中華農業研究

第二十六卷　　第三期

目　　次

稻之生長及各重要農藝性狀對日長與溫度之反應 ……………………………張德梅……169

小麥蛋白質含量變異之研究 …………………………………………謝日鑫、吳翠玉……178

耐寒性大豆品種之選拔及研究

Ⅰ　品種特性及選種指標 ……………………………………詹國連、曹文隆……185

主要蔬菜作物之養分吸收及施肥效應

Ⅱ　韭菜對不同型態氮肥之效應及所施氮肥之消長 ………連　深、吳啓東……195

施用石灰於污染重金屬之腐泥 (Sewage sludge) 對於裸麥草

收量與成分之影響（英文） ………………………………林家棻 J. Bolton……204

臺灣蘆筍立枯病及根腐病害之發生情形與要因之研究 …………杜金池、張贛發……216

黃帶黑翅蕈蠅生態觀察及防治試驗 ……………………林珪瑞、倪秋華、柴大巍……224

柑桔鱗砧病在臺灣兩種主要甜橙品種之發生與為害 …黃秋雄、徐信次、陳蕙明……251

中華民國六十六年九月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國臺北市羅斯福路四段

稻之生長及各重要農藝性狀對日長與温度之反應[1]

張　德　梅[2]

摘要　利用本省各地區最適的栽培稻十七個品種爲材料，在民國62年9月20日至63年8月20日之間，每月種植一次。在生育各期分別調查在不同日長與溫度下之分蘖及株高增加速度與生育日數之變化情形，並藉岡氏（1953）方法測定水稻之感光性及感溫性。

感光性之强弱在同一品種中，常因日長之不同而異，而本省栽培稻之感光性强度，在本試驗中，無一超過感光强度45°者，故屬中感及鈍感品種。

溫度對稉稻之影響較大，每當溫度昇高 1°C 時，對一般成長之促進率爲6％，對花芽形成之促進率爲3％。尤以秧苗期之影響最大，秧苗期之平均溫度在15°C～16°C時，秧苗期日數爲31日～57日；如溫度增高至28°C（6月、7月、8月）則秧苗期日數減至8日～15日。

分蘖期中之溫度在 18°C～27°C 之間時，分蘖增加速度隨溫度之昇高而增加，每當溫度昇高 1°C 時，對分蘖速度之促進率爲7％，分蘖期間之日數則因高溫而縮短，分蘖數及穗數減少。溫度對株高增加速度之促進率爲11％，但在高溫（27°C～28°C）之情况下，株高減低，生育日數亦縮短。本文對如何應用感光性與感溫性育成適合第二期作栽培之品種問題，亦曾加討論。

前　言

影響水稻生長之因素，除了土壤、肥料、插秧密度等栽培條件外，其另一原因是受氣象環境因子之影響。本省一期作與二期作水稻產量之差異，即是明顯的例證。有關二期作產量低於一期作之研究，李、湯（1963）二氏嘗作詳盡探討，認爲氣象因子是主要限制原因。施（1964）研究大豆之光週反應，謂光期長短對於營養生長影響甚大，在長日照下，植株高度及節數均顯著增加。岡、盧（1953、1955）二氏報導：水稻生長期中之溫度介於 18°C～28°C 之間，在此範圍內，通常分蘖數在溫度愈低時愈增加，稈長則隨生育初期之低溫與節間伸長期之高溫而有增加之傾向。于、姚（1969）二氏研究水稻之光週反應，測定出多數品種之感光性指數，對於水稻栽培和育種時選擇親本作參考之貢獻甚大。上列諸氏對於作物光週之研究結果，大部份係採用人工控制日長及溫度而獲得。筆者採用岡、盧二氏（1953、1955）之方法，在自然環境下，研究本省各地區之最適栽培稻，在不同播種期之環境下，由於氣象因素所引起之生育日數之變化，以估算各品種之感光性，及不同種植期溫度對水稻生長之影響，以供水稻栽培之參考。

材料與方法

供試品種（系）計有臺農61號等十七個爲材料，其中臺北區有三品種，新竹區四品種，臺中區一品種，臺南區二品種，嘉義區三品系，高雄區三品種，花蓮區一品種。

利用上列材料，每月浸種一次，共計十二次，無論時序之變遷，每次浸種、育苗、移植栽培等均在自然環境下進行（冬天不保溫），種子發芽後，播種於塑膠盆內，待苗之本葉達四枚時，移植於本田，每品種二行，每行十株，單本植，行株距爲 25cm×25cm，一切管理爲臺灣慣行法。

本研究承國家科學委員會之補助，文成又蒙本所農藝系主任謝順景博士、劉大江博士詳予校正，謹誌謝忱。
1.試驗報告農試字第八〇七號。　2.臺灣省農業試驗所技佐。

試驗中各生育期之溫度，由本所氣象臺測定；日照時數（臺北之曙光上午時分、暮光下午時分，均以太陽到達地平下十二度之時刻爲準），由中央氣象局測定。

調查項目及方法如下：

1. 抽穗期：各期栽培中，均以每株最初抽出之一穗定爲該株之抽穗日，20株之抽穗日作一平均，定爲該品種在各期中之平均抽穗日。

2. 生育日數（Y）：各期栽培中，自浸種之第二日起至平均抽穗日止。

3. 日照時數（T）：花芽分化期間之平均日照時數（即自平均抽穗日倒數35日以前之16日內平均日照時數）。

4. 生育期內之平均溫度（X）：各期栽培中，自浸種之第六日起至平均抽穗日止，其間之平均溫度（以每日之平均溫度爲準）。

5. 幼穗分化期之平均溫度（Z）：各期栽培中，自平均抽穗日前35日～15日之20日間，每日之平均溫度。

6. 秧苗期日數（Y_1）：由浸種之第六日起至插秧時之日數。

7. 秧苗期內之平均溫度（X_1）：由浸種之第六日起至插秧時止每日之平均溫度。

8. 分蘗開始前之總日數（Y_2）：由浸種之第二日起至分蘗開始日止。

9. 分蘗開始前之平均溫度（X_2）：由浸種後之第六日起至分蘗開始日止。

10. 分蘗共需之總日數（Y_3）：由分蘗達2～3支時起至分蘗數不再增加時止。

11. 分蘗共需總日數間之平均溫度（X_3）。

12. 株高（或苗長）平均一日增加數（Y_4）：每次栽培均由移植後株高達 12cm～14cm 時開始調查，每隔4日～6日一次，由地面量至葉尖（未抽穗前）或穗頂（抽穗後）之高度，至齊穗時止。株高平均一日增加數之求得，每次均由後一次所調查之株高減去前一次所調查者，再除以4或6即得。

13. 株高平均一日增加數內之平均溫度（X_4）。

14. 分蘗平均一日增加數（Y_5）：各期栽培中，每次均由移植後，分蘗達2～3支時起，每隔4日～6日調查一次，至分蘗完畢止。分蘗平均一日增加數之求得與株高一日增加數求法相同。

15. 分蘗平均一日增加數內之平均溫度（X_5）

16. 穗數（Y_6）：各期栽培中，收穫時之有效分蘗數（20株之平均）。

17. 株高（Y_7）：各期栽培中，收穫時之株高，除芒外，量至穗頂（單位：公分）。

試驗結果

一、感光性之測定：在水稻生育期中，記錄各品種於不同種植期中所有之平均抽穗期而定的生育日數，由於播種期不同所發生生育日數變化之差，與花芽分化期不同日照時數變化之差所得之比率，可測定該品種感光性强弱之程度。

由表1知，日照時數自四月起漸增，至八月二十二日止之後又漸漸縮短，因此生育日數亦由 197日漸減爲94日，以後變化很小，雖感光性强弱由日照時數之變化與生育日數變化而決定，但生育日數除受日照時數之影響外，另受溫度之影響則很大，由表2知在溫度變化不大之條件下，僅有五月與六月兩次浸種者，此兩次之抽穗期在8月至9月間，當時之溫度爲 27°C～28°C間變化不大，而日照時數則自八月二十二日以後漸漸縮短，致生育日數稍爲縮短，以此兩回栽培之結果，可求出感光性强度，依岡、盧（1953）之方法求出臺農61號品種之感光性强度如下：

感光性强弱之角度（Tangent）$=\dfrac{\text{生育日數變化之差（94日－82日）}}{\text{日照時數變化之差（15小時34分－15小時16分）}}=\dfrac{12}{18}=$ 0.67，生育日數之單位爲「日」，日照時數之單位爲「分」，以下稱謂 Tangent Day Minute（T.

表1　不同種植期之日照時數對水稻抽穗期與生育日數之影響（臺農61號）

Table 1. The effect of planting date on the growth duration (days) and heading dates of rice as a result of day-length (hrs) change (Cultivar Tainung No. 61).

浸種期	9月20日	10月20日	11月20日	12月20日	1月20日	2月20日	3月20日	4月10日	5月20日	6月20日	7月20日	8月20日	平均 Mean
抽穗期	4月5日	4月18日	5月15日	5月30日	6月16日	6月28日	7月8日	7月21日	8月22日	9月10日	10月21日	11月8日	
生育日數（Y）	197	180	176	161	148	129	110	102	94	82	93	80	129.33
日照時數（T）	13時00分	13時19分	13時57分	14時19分	14時51分	15時05分	15時24分	15時32分	15時34分	15時16分	14時19分	13時46分	

D. M.），由所得 Tangent 之數值，查三角函數表，其角度為 34°，依岡、盧之法則，大致可認定凡 T. D. M. 角度在 45°以上者為强感光性，以下者為弱感光性，即中感或鈍感品種。由此結果顯示臺農61號係中感品種。其餘各品種亦用同樣方法計算，其結果列於表4，表示栽培稻之感光性强度介於3°～43°間，全係中感與鈍感品種，適合於第Ⅰ、Ⅱ期作均可栽培，但並不適合於全年中每月均可栽培，由於浸種期不同，而生育日數發生變化受溫度之影響很大。

二、感溫性之測定：由感光性測定結果，知栽培稻對日照不太敏感，而生育日數之變化受溫度之影響很大，但生育期內之溫度對一般成長，及花芽分化期間之溫度對花芽之形成，此兩生長期之影響稍有不同。為求兩者之區別，且為明瞭各品種因溫度而引起之變異，以各品種之不同抽穗期而決定其生育日數（Y），與生育期中每日之平均溫度（X），幼穗分化期間之平均溫度（Z），並依 Snedecor 氏（1956）公式，由表2求得之結果，計算溫度對一般成長及花芽分化促進之比率（表2）。

表2　不同種植期之溫度對水稻抽穗期與生育日數之影響（臺農61號）

Table 2. The effect of planting date on the growth duration (days) and heading dates of rice as a result of temperature change (Cultivar Tainung No. 61).

浸種期	9月20日	10月20日	11月20日	12月20日	1月20日	2月20日	3月20日	4月10日	5月20日	6月20日	7月20日	8月20日	總計 Total	平均 Mean
抽穗期	4月5日	4月18日	5月15日	5月30日	6月16日	6月28日	7月8日	7月21日	8月22日	9月10日	10月21日	11月8日		
生育日數（y）	197	180	176	161	148	129	110	102	94	82	93	80	1552	129.33
生育期內之平均溫度（x）	19.92	20.86	18.99	18.26	20.50	22.35	24.74	26.34	27.75	28.01	26.68	25.78	280.18	23.35
幼穗分化期間之平均溫度（z）	18.50	19.70	24.71	24.45	24.67	26.51	27.25	28.51	28.18	27.48	25.39	24.47	299.82	24.99

n＝12　（所有變數之對數）

P＝2　（獨立變數之種類、數目）

S　代表平方和及乘積和

1.平方和及乘積和

$Sy^2=19038.67$　　$Sxy=-1501.28$

$Sx^2=140.95$　　$Syz=-1103.19$

$Sz^2=107.18$　　$Sxz=78.18$

2.部份迴歸係數及對 $\bar{y}$ 之百分率

$$byx\cdot z=\frac{(-1501.28)\ (107.18)-(-1103.19)\ (78.18)}{(140.95)\ (107.18)-(78.18)^2}=-8.3 \qquad 6\%$$

$$byz\cdot x=\frac{(-1103.19)\ (140.95)-(-1501.28)\ (78.18)}{(140.95)\ (107.18)-(78.18)^2}=-4.24 \qquad 3\%$$

3.迴歸之顯著性測驗

Sye^2（迴歸平方和）$==(-8.3)\ (-1501.28)+(-4.24)\ (-1103.19)\ =17138.15$

$$Sye^2\text{（變量）}=\frac{17138.15}{2}=8569.07$$

Sy^2-Sye^2（離迴歸平方和）$=19038.67-17138.15=1900.12$

$$\text{其變量}=\frac{Sy^2-Sye^2}{N-(p+1)}=\frac{1900.12}{9}=211.12$$

$$\therefore F=\frac{Sye^2}{Sy^2-Sye^2}\times\frac{n-(2+1)}{2}=\frac{8569.07}{211.12}=40.58^{**}$$

由計算結果知溫度（X 及 Z）對生育日數有極顯著之迴歸關係，因此進而求出當溫度每增減1°C時，對生育日數（$\bar{y}$）促進之百分率則更明瞭。各次栽培中生育日數之平均爲 129.33日，故迴歸係數用百分率表示時：$byx\cdot z\%=-6.42$，$byz\cdot x\%=-3$ ，可認爲本品種在生育期及幼穗分化期之溫度每昇高 1°C 時（以平均生育日數爲100），則生育日數減少 6 %及 3 %；其餘各品種採用相同方法求出，其結果見表 4， 所有參試品種之溫度每昇高 1°C 時，一般成長之促進率爲 5 ～ 8 %；幼穗分化之促進率爲 1 ～ 4 %，表示感溫性品種溫度對一般成長較花芽分化之促進率爲大。

三、不同種植期之溫度對水稻生長及重要農藝性狀之影響由於浸種期不同，隨之而起的不同溫度對秧苗期日數之差異很大，從表 3 可知，一月浸種秧苗期爲57日，六月浸種秧苗期爲 8 日（均由浸種後之第六日起算），如秧苗期內之平均溫度低於 17°C 時，秧苗期日數幾達兩月之久，因溫度低，秧苗生長慢，苗齡未達 4 葉之預定插秧標準。 分蘗期前之總日數亦受溫度之影響很大，溫度低於 20°C 時，開始分蘗前之總日數（由浸種後之第 2 日起算），由39日～102日；如果分蘗期前之溫度在 23°C 以上時，浸種後26日左右即開始分蘗，分蘗速度快，分蘗期亦較短。一般隨溫度之上昇而分蘗速度增加，分蘗期縮短，穗數減少，株高增加速度快，株高較矮。本試驗以第六次浸種者最爲明顯（表 3），生育過程之溫度介於 27°C～28°C 間，秧苗期日數、分蘗開始前之總日數、分蘗期日數、穗數、株高等均顯著減少；穗數減少之原因，可能是高溫分蘗速度加快；株高較矮，可能係生育初期溫度高，株高增高速度快，營養成長期較短之影響，此與岡、盧（1955）之結果相同，並採用迴歸方法，計算溫度增加1°C時對各重要農藝性狀之促進率。

表 3　不同種植期之溫度（°C）對水稻生長及重要農藝性狀之影響

Table 3. The effect of planting date on the growth and some agronomic characteristics of rice as a result of temperature change (Cultivar Tainung No. 61).

浸種期		1 月20日	2 月20日	3 月20日	4 月10日	5 月20日	6 月20日	7 月20日	8 月20日	9 月20日	10月20日	11月20日	12月20日	總計 Total	平均 Mean
插秧期		3 月22日	3 月27日	4 月15日	4 月27日	6 月 5 日	7 月 3 日	8 月 9 日	9 月 4 日	10月 5 日	11月 6 日	12月18日	2 月 7 日		
分蘖開始期		4 月13日	4 月18日	4 月29日	5 月 9 日	6 月19日	7 月13日	8 月19日	9 月14日	10月16日	11月27日	2 月 9 日	4 月 2 日		
抽穗期		6 月16日	6 月28日	7 月 8 日	7 月21日	8 月22日	9 月10日	10月21日	11月 8 日	4 月 5 日	4 月18日	5 月15日	5 月30日		
秧苗期日數	y_1	57	31	21	12	11	8	15	10	10	12	23	44	254	21.17
秧苗期內之平均溫度	x_1	15.98	16.20	19.44	23.02	26.66	28.76	27.76	28.12	25.63	24.40	18.61	16.33	270.91	22.58
分蘖開始前之總日數	y_2	83	57	39	28	29	22	29	24	25	37	80	102	555	46.25
分蘖開始前之平均溫度	x_2	16.78	17.78	20.72	24.08	26.44	28.76	27.53	28.08	24.94	22.59	17.28	17.24	272.22	22.69
分蘖期日數	y_3	36	37	41	47	51	38	38	43	58	127	75	43	634	52.83
分蘖期內之平均溫度	x_3	24.33	24.10	25.33	26.09	28.36	27.59	27.24	25.29	22.08	18.07	20.48	23.80	292.76	24.40
株高平均一日增加數	y_4	1.16	1.22	1.49	1.32	1.32	1.35	1.13	1.19	0.57	0.34	0.49	0.77	12.35	1.03
株高平均一日增加數內之平均溫度	x_4	23.82	24.18	24.64	26.35	28.30	27.83	27.07	25.03	21.88	18.84	19.35	21.34	288.63	24.05
分蘖平均一日增加數	y_5	0.36	0.35	0.37	0.34	0.34	0.26	0.39	0.36	0.17	0.13	0.17	0.27	3.51	0.29
分蘖平均一日增加數內之平均溫度	x_5	24.49	24.28	25.34	26.29	28.36	27.69	26.94	24.81	21.65	18.94	20.59	23.33	292.71	24.39
穗數	y_6	15.40	14.75	15.79	18.80	17.90	11.20	16.65	15.45	15.42	17.80	13.00	14.31	186.47	15.54
株高	y_7	113.5	117.7	103.1	99.7	92.9	88.6	112.1	83.6	84.4	100.8	108.4	103.9	1208.7	100.73
生育期內之平均溫度	x	20.50	22.35	24.74	26.34	27.75	28.01	26.68	25.78	19.92	20.86	18.99	18.26	280.18	23.35

1. 平方和及乘積和：

$Sy_1^2=3440.33$　$Sx_1^2=274.12$　$Sy_1x_1=-720.13$

$Sy_2^2=8314.25$　$Sx_2^2=232.29$　$Sy_2x_2=-1229.68$

$Sy_3^2=7363.67$　$Sx_3^2=99.71$　$Sy_3x_3=-682.85$

$Sy_4^2=1.62$　$Sx_4^2=109.42$　$Sy_4x_4=11.67$

$Sy_5^2=0.1$　$Sx_5^2=90.64$　$Sy_5x_5=2.24$

$Sy_6^2=50.06$　$Sx^2=140.95$　$Sy_6x=-17.78$

$Sy_7^2=1424.44$　$Sy_7x=-130.41$

2. 迴歸係數及對 $\bar{y}$ 之百分率

（1）秧苗期日數之溫度反應：

$$by_1x_1=\frac{Sy_1x_1}{Sx_1^2}=\frac{-720.13}{274.12}=-2.63 \qquad by_1x_1\%=-12$$

（2）分蘖開始前之總日數之溫度反應：

$$by_2x_2=\frac{Sy_2x_2}{Sx_2^2}=\frac{-1229.68}{232.29}=-5.29 \qquad by_2x_2\%=-11$$

（3）分蘖期日數之溫度反應：

$$by_3x_3=\frac{Sy_3x_3}{Sx_3^2}=\frac{-682.85}{99.71}=-6.85 \qquad by_3x_3\%=-13$$

（4）株高（或苗長）平均一日增加數之溫度反應：

$$by_4x_4=\frac{Sy_4x_4}{Sx_4^2}=\frac{11.67}{109.42}=0.11 \qquad by_4x_4\%=11$$

（5）分蘖平均一日增加數之溫度反應：

$$by_5x_5=\frac{Sy_5x_5}{Sx_5^2}=\frac{2.24}{90.64}=0.02 \qquad by_5x_5\%=7$$

（6）穗數之溫度反應：

$$by_6x=\frac{Sy_6x}{Sx^2}=\frac{-17.78}{140.95}=-0.1261 \qquad by_6x\%=-0.81$$

（7）株高之溫度反應：

$$by_7x=\frac{Sy_7x}{Sx^2}=\frac{-130.41}{140.95}=-0.9252 \qquad by_7x\%=-0.92$$

由以上迴歸關係可看出，每當溫度增高 1°C時，秧苗期日數、分蘖開始前之總日數、分蘖期日數等，分別減少12%、11%、13%。穗數及株高減少0.81%及0.92%（不顯著），但苗長及分蘖增加速度分別促進11%及 7 %，雖有促進之效果，穗數及株高反而減少（表3，六月二十日浸種者最明顯），其原因前已述及。其餘各品種之觀察結果，其影響大致相同，列於表 4 。

表 4　水稻品種感温性對各生長性狀之促進百分率

Table 4. The photosensitivity (expressed as T. D. M.) and the effect of temperature on the acceleration rate of various growth aspects of 17 rice cultivars.

品 種 名 稱	T D M	$byx.z$%	$byz.x$%	by_1x_1%	by_2x_2%	by_3x_3%	by_4x_4%	by_5x_5%	by_6x%	by_6x%
1.臺農61號	34	6	3	−12	−11	−13	11	7	−0.81	−0.92
2.臺北309號	17	6	3	− 8	−10	−12	10	10	1	−1
3.臺北311號	17	8	1	−12	− 6	− 7	10	8	−1	0.1
4.新竹矮脚尖	11	7	1	−14	− 9	− 6	12	9	1	0.6
5.新竹56號	34	7	1	−11	−11	− 8	11	9	0.6	−0.1
6.新竹62號	17	7	1	− 7	− 8	−11	9	10	0.3	−0.4
7.新竹63號	43	5	4	− 8	−12	− 6	16	13	−0.3	1.2
8.臺中65號	27	6	3	−11	− 8	−14	10	8	−0.7	−0.4
9.臺南 5 號	21	7	2	− 9	−10	−12	10	11	0.4	0.7
10.南改育43號	37	7	2	−10	− 6	−12	10	10	1.2	−1.1
11. C 226	17	6	4	− 9	−11	− 7	11	11	0.2	0.8
12. C 233	7	6	3	− 6	− 9	− 9	10	9	0.9	0.01
13. C 236	7	6	3	−10	−11	− 8	9	11	0.5	0.2
14.高雄137號	8	6	3	−11	−12	−10	11	10	−0.6	0.8
15.高雄138號	11	7	2	−12	− 8	− 6	9	8	0.3	−0.3
16.高雄育420號	10	7	1	− 9	− 9	−11	11	10	1.4	−0.4
17.花蓮18號	3	7	2	− 6	−10	− 8	10	8	0.5	−1.6

討　論

稻之生長，包括生育日數、分蘖數、穗數及株高等，雖因土壤、施肥量及栽培法之不同而發生變化，但此等條件一致時，又因日長與溫度之變化而變異。稻生育日數之長短受感光性及感溫性之影響 Matuo and Kakajima (1960) ，岡與盧 (1953) 及謝與張 (1975) 諸氏已有研究。

在本研究中已知供試品種中，除臺農61號、新竹56號、新竹63號及南改育43號對感光性為中感外，其他品種如臺北309號、臺北311號、新竹62號、臺中65號、臺南 5 號及 C226 等為鈍感品種；其中新竹矮脚尖、C233、C236、高雄137號、高雄138號、高雄育420號及花蓮18號等為極鈍感品種，可見目前臺灣各試驗場所選拔品種時均以鈍感品種為目標，因此適應性較廣。關於溫度之影響，一般而言，高溫可以促進生長而提早開花，低溫可使抽穗期延遲 (Kakizaki 1938, Sircar 1948, Phillis 1965, 岡與盧1953) 。感溫性品種之抽穗期受不同溫度之影響而發生變化，本研究材料 (稉稻) 對溫度之反應，與岡氏 (1953) 研究大陸型品種羣較海島型品種羣之 $byx{\cdot}z$ (一般成長感溫性) 為較大，而 $byz{\cdot}x$ (花芽分化之感溫性) 則有較小之傾向相同。據謝與張 (1975) 報告，感溫性有品種間之差異，同時容易以人工方法誘變，使其感溫性程度發生變異，由此點而觀，感溫性與感光性同時受基因之控制。

溫度除可促進花芽分化外，對水稻之一般生長影響亦甚大。本研究材料，每當溫度增加 1°C時，對一般營養生長之促進率爲 6 ～ 8 %，進一步分析時可知在生育前期溫度增加 1°C時，可促進苗期株高 9 ～16%，分蘖數 7 ～13%，因品種不同而不同。在生育後期，溫度增加促進株高及穗數之效果不明顯，對株高增加0.1～0.8%，有時反而抑制株高之生長，例如臺農61號減少0.92%，花蓮18號減少1.6%；對穗數（有效分蘖數）增加0.2～1.2%，亦有減少之現象，如臺北311號減少 1 %，臺農61號減少0.8%。

臺灣第二期作之溫度由高而低，光照由多而少，在此種環境下如何使稻之分蘖數增加，不致因溫度之高低而使有效分蘖數減少，乃爲提高第二期作稻產量之要訣。對分蘖數之感溫性較鈍感之遺傳型品種之選拔，乃爲非常重要之課題。一般營養生長之感溫性與分蘖之感溫性實際上不易分開，分蘖數爲分蘖速度與分蘖期間之積所構成，分蘖數在部份品種雖依溫度之上昇而減少，但其程度品種間有顯著差異一事，可能因爲溫度上昇，速度之增加與期間之減少程度，因品種不同而不同之故。據岡與盧（1955）之報告，臺灣秈稻在本省氣候環境下能產生最大的分蘖數，係由於對分蘖數增加之適應性較大之故；臺灣之稉稻在第二期作之條件下分蘖數減少，可能因爲此等溫帶品種對第二期作分蘖期間之高溫適應性較小之故。基於此點，稉稻之育種目標，應從適應於第二期作栽培之感溫性較弱的品種着手，選用感溫性較低的秈稻爲雜交親本，進行秈×稉稻雜交，可能較有效果。

參 考 文 獻

1. 岡彥一、盧英權（1953）：稻系統發生的分化　Ⅲ感光性感溫性及其基本生育日數之品種間變異 。臺灣省立農學院農林學報第二輯。1 —20
2. 岡彥一、盧英權（1955）：稻之分蘖、稈長、穗長對於溫度反應與其品種間的變異 。 臺灣省立農學院農林學報第四輯。1—18
3. 李水龍、湯文通（1963）：臺灣水稻第二期作單位面積產量不如第一期作之原因及改進方法。科學農業11（1、2）9—33
4. 施保華（1964）：大豆光期試驗1.光期長短對大豆之營養生長及生殖生長之影響 。 2.大豆花芽分化期之測定。中華農學會報新第四十七期。37—48
5. Hsieh, S. C. & T. M. Chang, 1975. Radiation induced variations in photoperiod-sensitivity,thermo-sensitivity and the number of days to heading in rice. Euphytica 24 (1975) 487-496
6. Kakizaki, Y., 1938. A comment on growth physiology and yield of rice plants. Agric. Hort. 13: 7-14 (In Japanese).
7. Matuo, T. & T. Nakajima, 1960. Genetical studies on heading in rice plants. I. Characteristics of some mutants strains on heading time induced by X-ray or gamma rays. Jap. J. Breed. 10: 137-142.
8. Phillis, E., 1965. The effect of the photo- and thermo-periods on the growth of rice. CSIRO, Division of Land Res. Regional Survey , Canberra, tech. Memo. 65/2:6p.
9. Sircar, S. M., 1948. Vernalization and photoperiodism in the tropics. Vernalization and photoperiodism- A Symposium: 121-128. Chronica Botanica, Waltham. Mass.
10. Snedecor, G. W., 1946. Statistical Methods. 4th Ed.
11. Yu, C. J. & Y. T. Yao, 1969. Photoperiodic studies on rice. V. The index of daylength sensitivities of certain varieties of rice. Bot. Bull. Acad. Sin. 10:51-69.

RESPONSES OF GROWTH RATE AND MAJOR AGRONOMIC CHARACTERS OF RICE VARIETIES TO DAY-LENGTH AND TEMPERATURE

by

Te-mei Chang

SUMMARY

Some 17 commercial rice varieties in Taiwan were seeded monthly from 20th January to 20th December in 1973-1974. Measurements were recorded in regard to the rate of tillering and rate of culm elongation ; the relation between the date of heading and the length of growth period (from germination to heading) was also investigated. The rates of temperature responses concerning these characters were estimated from their regression on temperature of the corresponding growing period.

For measuring the sensitivity to day-length, the ratio of the shortening of growth period to an unit shortening of day-length at the time of flower bud formation (assumed as 35 days before heading) was calculated on each variety. This ratio varied in the same variety with the day-length ; the day-length at which the ratio was largest, the angle the tangent of which was corresponding to the largest ratio was used as a measure of the sensitivity to day-length (named as T.D.M.). All the varieties used in this study were insensitive to day-length.

The response to temperature was measured by the following method : (1) to find out on each variety the length of growth period at different dates of heading (y), average temperatures of respective growth periods (x), and average temperature at the time of flower bud formation (35-15 days before the heading) (z) ; and (2) to calculate the percentage of partial regression coefficients byx. z and byz. x to the average of the length of growth period. byx. z and byz. x will stand for the rates of accelaration of general growth and flower bud formation by the rise of 1°C respestively. The day-length insensitive varieties were generally larger in byx. z (the rate of acceleration of general growth by the rise of 1°C) and smaller in byz. x (the rate of hastening of flower bud formation). A negative correlation was found between byx. z and byz. x.

Within the range of 27°C-28°C, the higher is the temperature, the faster is the tillering rate (daily increase), but the tillering period is shortened, so that the final number of tillers generally decreases with the rise of temperature.

When temperature increased 1°C both the plant height and tiller number were increased by 10%. But when temperature was kept at 27°C-28°C for all the vegetative stage, the vegetative period was shortened and the plant height and tiller number were decreased accordingly.

Temperature also affected the growth of seedlings. When temperature was 15°C-16°C it took 31-57 days (exclude the 5 days incubation) for the seedlings to mature. When temperature increased to 28°C only 8 to 15 days were needed.

小麥蛋白質含量變異之研究[1]

謝 日 鑫　　吳 翠 玉[2]

摘要 本研究以五個春小麥品種探討同株內不同穗間，同穗內不同部位的種子蛋白質含量之變異情形，以及蛋白質含量與株高及千粒重等農藝性狀之關係，以供在高蛋白品種育種過程中，分析材料取樣之依據。

試驗結果得知，在同一植株內不同穗間之蛋白質含量亦不同。一般而言，有分蘖長度愈小，蛋白質含量愈高的趨勢。兩者之間有顯著的負相關關係。在同一穗內不同部位間之蛋白質含量並無顯著的差異，第一穗之蛋白質含量最低，變異最小，其值則依穗數之增大而增大。故進行蛋白質分析時，應取發育良好之主穗為材料，如此可以減少由環境因子所引起的變異。蛋白質含量與千粒重之間有負相關關係存在。

前　　言

小麥之蛋白質含量因環境因子之不同而異（Kaul *et al*, 1970；謝，1975）。土壤水分之含量及氮肥施肥量之不同，對小麥蛋白質含量之影響甚大（Johnson *et al*, 1972）。同一品種中穗內及小穗間的蛋白質含量亦有極廣的差異（Levi & Anderson, 1950；McNeal & Davis, 1954）。謝（未發表）進行小麥品種 Svenno 之穗行試驗時，發現同一品種不同行間種子之蛋白質含量，最高與最低間相差７～８％，其變異亦達10～20％，而此種變異除了受環境變異、土壤變異及分析時所造成的人為偏差的影響外，材料取樣不當所造成的偏差，影響亦極鉅。因此，在實際高蛋白小麥育種過程中，如何減少環境影響的差異，以使眞正的遺傳變異表現出來，顯得極為重要。若能就栽培及種子取樣二方面控制蛋白質之變異性，則試區及重複次數可減少，而並不影響試驗的準確性，且經費及勞力可節省不少。

本試驗的目的在於探討小麥不同品種間及同株內穗間與同穗內不同部位間種子蛋白質含量的變異情形，作為高蛋白品種育種過程中取樣時之依據。

材料與方法

（一）試驗材料及栽培方法：

將五種春小麥，Rageni 15（印度）、Mex 22A（奧國）、Mexipak（巴基斯坦）、Igachikugo-oregon（日本）及 Zeuksuzi-komugi（日本），於1974年在中興大學農藝系農場種植。另外種植中國春小麥之畸多元體85品系，作研究蛋白質含量與粒重及株高關係之用。行株距為 30×10cm，施肥量 N—P—K 為80—100—120公斤／公頃，全量作基肥施用。田間管理按一般栽培法行之。

（二）試驗方法：

1.同株內穗間蛋白質含量之測定：

將株內之穗，依其分蘖長度之高低區分，最高者為第一穗，次高者為第二穗，餘類推。以 Dye-Binding Capacity（DBC）法（Udy, 1971）分別測定各穗之蛋白質含量。DBC 法為：先將小麥種子用 Udy 氏吹風磨粉機（Udy Cyclone Mill）磨粉後烘乾（80°C）12小時，然後取 400mg 樣品

本研究為國家科學委員會補助「臺灣主要糧食作物蛋白質改良之研究」，（NSC—64B—0409—04（06））之一部分。研究期間承計畫主持人謝順景博士指導，謹此誌謝。

1.試驗報告農試字第八〇八號　2.分別為國立中興大學糧食作物研究所研究生、臺灣省農業試驗所技佐。

，用自動量管（Automatic pipet）加 20 ml 染色液，以震盪機震動60分鐘。將溶液靜置 5 ～10分鐘後過濾，取其澄清液，用光電比色計（波長 480 mμ）測定其吸光度，並依據下列公式計算蛋白質含量：

蛋白質含量＝＝（1.100－C）/0.0545（C爲染色液之濃度），最後再用反應液當時之溫度（25°C 爲標準）做適當的矯正。

2.同穗內不同部位種子間蛋白質含量之測定：

在五個品種中，每一品種任選四穗，將每穗分上、中、下三等分，以 Kjeldahl 法測其蛋白質含量（AOAC, 1971）。

結果與討論

（一）用 DBC 法及 Kjeldahl 法所分析小麥蛋白質含量之相關值：

在小麥高蛋白質育種過程中，蛋白質含量之分析不但要正確，而且要相當迅速才能合乎需要。常用的 Kjeldahl 法雖然很正確，但效率低，一天平均只能分析30個樣品左右。Udy 氏之 DBC 法較前法快 3 倍，故值得採用。爲明瞭 DBC 法之可靠性，乃就小麥畸多元體85品系之種子，同時以 DBC 法及 Kjeldahl 法分析其蛋白質含量，比較所得結果，同時求二者間之相關係數。

試驗結果用 Kjeldahl 法所得平均蛋白質量爲14.43±1.811%，而用 DBC 法所測平均蛋白質量略高，爲15.186±1.955%。但兩者之差異不顯著（t＝1.375, df＝84）。兩者之間有極顯著之正相關關係，如圖一所示，其相關係數高達 r＝0.950** 。此即表示用 DBC 法分析小麥之蛋白質含量，其準確度值得信賴。

Hymowitzetal（1969）用此二法測定大豆蛋白質之含量，所得相關係數爲 r＝0.985 ，而鄭（1974）用此二法測定玉米蛋白質含量所得相關係數爲 r＝0.857 ，可見 DBC 速測法可通用於多種穀類作物。

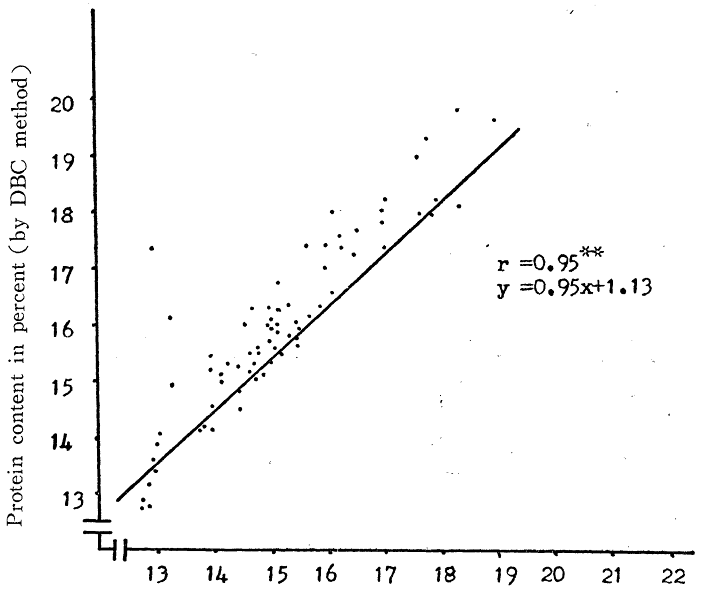


Fig. 1 Correlation between protein values measured by DBC and Kjeldahl methods.

（二）同株內穗間蛋白質含量之變異：

爲明瞭同株內不同穗間種子蛋白質量之有無變異，乃分穗分析之。茲將同株內不同穗間之蛋白質含量及其變異大小，列於表一。

Table 1. Comparison of mean, standard error and coefficient of variation for percent protein

Varieties	Spike No.	Mean Percent Protein	Standard Error	Coefficient of Variation
Rageni 15	1	10.88	1.22	11.21
	2	11.39	1.35	11.85
	3	11.50	1.46	12.70
Mex 22A	1	11.66	1.06	9.10
	2	11.99	1.13	9.40
	3	12.13	1.18	9.70
Mexipak	1	14.28	1.15	8.10
	2	14.70	1.22	8.30
	3	15.23	1.28	8.40
Igachikugo-oregon	1	12.66	0.85	6.70
	2	12.87	0.88	6.80
	3	13.01	0.93	7.15
Zeuksuzi-komugi	1	14.88	1.42	9.50
	2	15.22	1.50	9.90
	3	15.68	1.73	11.00

由表一可知，在五個供試品種中，每一品種內各穗之蛋白質含量不同，以第一穗之蛋白質含量最低，其標準機差及變異係數亦最小，而此等數值依次遞增。此即表示分蘖長度愈長，則蛋白質含量愈低，但其變異係數最小。此結果與謝（1975、1977）之試驗結果相同。爲進一步探討此一傾向是否存在於更多的分蘖上，在各供試品種中任選5株，每株由最長分蘖之第一穗至分蘖最短的第十穗分別分析其蛋白質含量，其結果列於表二。

Table 2. Variation in protein content among different spikes within a plant.

Varieties	Mean protein percent									
	Spike numbers									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rageni 15	10.43	10.99	11.09	11.95	12.04	12.14	13.10	13.38	13.77	13.86
Mex 22A	11.66	11.76	11.97	12.04	12.14	12.71	13.55	13.77	13.86	14.01
Mexipak	13.38	13.81	14.24	14.63	14.91	15.01	15.20	15.49	15.68	16.54
Igachikugo-oregon	13.00	13.10	13.77	14.63	14.72	15.30	15.39	16.54	17.11	17.11
Zeuksuzi-komugi	12.04	12.24	13.19	13.48	13.86	13.96	14.15	14.45	14.76	15.30

由表二可知，分蘖多的植株，無論何品種，第一穗及第二穗間之蛋白質含量相差不多，因此二分蘖之長度較爲接近，穗之發育最好，結實率亦最好之故。自第三、四穗開始，蛋白質含量依次增高，至第十穗（分蘖最短）爲最高，例如 Rageni 15 第十穗之蛋白質含量（13.86%）較第一穗者（10.43%）高出 3.43 %之多。Mex 22A 則高出 2.35 %，蛋白質含量較高的 Mexipak ，其第十穗之蛋白質（16.54%）較第一穗(13.38%)高出 3.16%。Igachikugo-oregon 高出 4.11%, Zeuksuzi-komugi 則高出 3.26% ，其差異非常顯著（表三）。由此可知，同株內蛋白質之變異，高蛋白品種較低蛋白品種爲大。

Table 3. Analysis of variance for difference in percent protein among spikes within a plant

Varieties	DF	MS	F Value
Mex 22A	9	4.77	12.08**
Igachikugo-oregon	9	5.24	13.92**
Rageni 15	9	5.02	12.04**
Zeuksuzi-komugi	9	2.04	3.75**

根據 Gericke 氏（1930）之報告，在同株內不同穗間蛋白質含量的差異與穗的開花期有關。Stuber 氏（1962）指出由於不同穗間開花期的不同，影響每穗之種子產量，而種子充實率較差晚抽穗的穗，在每株總穗數中所佔的比例較多，故分蘖多的品種其蛋白質變異較大。本研究中看到第一穗（分蘖最長，抽穗最早）之蛋白質含量最低，可能亦與抽穗期有關。雖然有效分蘖不同時開花，却同時成熟收穫，而通常第一分蘖先開花，且具較飽滿的種實，開花愈晚者種子發育期愈短，且呈不飽滿與皺縮，而愈飽滿的種子其澱粉質胚乳所佔的比例愈多。在胚乳中，除了糊粉層外，其蛋白質含量低於種實中的任何其他部分，因而第一分蘖較飽滿種子的蛋白質百分比，低於其他分蘖的種子。

蛋白質含量通常是以百分比（蛋白質構成成分對澱粉構成成分的比例）表示，因此影響這種成分的因子都可以影響其蛋白質含量百分比。第一分蘖具有較長的種子發育期，可貯存較多的碳水化合物，相對地冲淡了種實中聚積的氮化合物，此可能爲第一穗之蛋白質含量較低的另一原因。

（三）同穗不同部位間蛋白質含量之變異：

Levi & Anderson（1950）及McNeal & Davis（1954）之試驗，表示小麥同穗內小穗間之蛋白質含量有極大的差異，因此，蛋白質分析時應否取整穗爲樣本或僅取穗之中央部分爲樣本，才能減少蛋白質量之變異，尙待解決。爲明瞭此點，將供試五品種之麥穗切爲上、中、下三部分，重複四次，分析各部位之蛋白質含量。茲將分析結果示於表四。

Table 4. Intra-spike variation of percent protein in wheat

Varieties	Mean percent protein*		
	Upper-spike	Middle-spike	Lower-spike
Rageni 15	11.47	11.86	12.57
Mex 22A	14.51	15.00	15.27
Mexipak	14.47	14.36	15.54
Igachikugo-oregon	13.14	13.28	13.72

Zeuksuzi-komgui	12.04	12.43	12.79
Overall mean	13.126	13.386	13.978

* Mean values of 4 replications

由表四可知：在五個供試品種中，穗的下部平均蛋白質含量，較上、中部略高。Levi (1950) 指出小麥穗上部的蛋白質含量低於中、下部蛋白質含量，此可能因爲含氮物供給蛋白質的生產有限，而氮從穗下部輸送到上部較慢所致 (McNeal & Davis, 1966) 。Stuber (1962) 指出小麥穗的下、中部的蛋白質含量幾乎相等，而穗的上部比下部平均少0.60%，可能與開花之順序有關。在一穗內開花的順序爲由上端三分之一部份開始，而蛋白質含量高與晚開花有關。

本硏究中，雖然穗下部的蛋白質含量有略高的傾向，但與上、中部的蛋白質含量間並無顯著的差異，此點與謝 (1975、1977) 之結果一致。由以上之結果，我們在取樣過程中，可取一整穗，而不須將穗部再細分。

(四) 蛋白質含量與株高及種子大小之關係：

如上述，小麥種子蛋白質含量與同株不同分蘖之長度有負相關關係 (謝，1975) 。爲進一步明瞭此種關係是否在不同品種間亦存在，乃利用中國春小麥85個畸多元體系統作進一步的試驗。將每一品系最高之分蘖長度爲該品系之高度，並求各品系間不同株高與蛋白質含量之相關關係，結果如圖二，即知兩者之間亦有顯著的負相關關係 ($r=-0.213^*$, df=84) 。此即表示，在育種過程中選拔矮生 (dwarf) 或半矮生 (semi-dwarf) 後代時，選中高蛋白系統之機會較大。 此種半矮生系統亦能抗倒伏，同時能耐重肥。

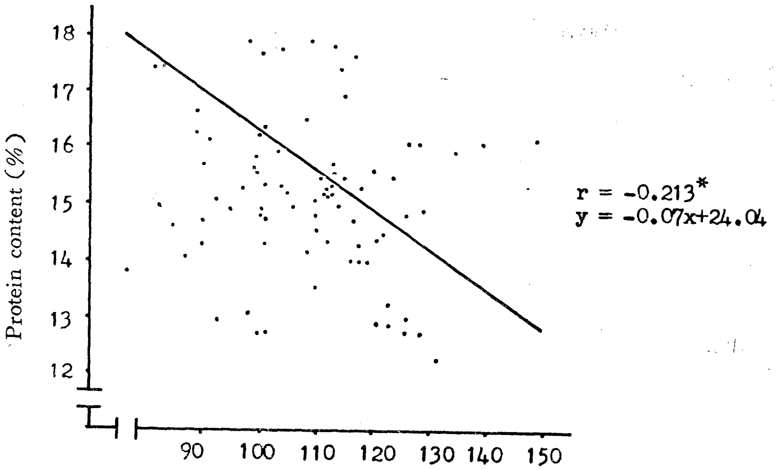


Fig. 2 Relation between seed protein content and plant height.

如上討論，晚抽穗分蘖上之麥粒，因生育期間縮短，發育不完全或皺縮成小粒。本硏究中得知種子愈小，重量愈輕，蛋白質含量愈高。如圖三所示，蛋白質含量與千粒重之間有顯著的負相關關係 ($r=-0.271^*$, df=84) 。謝 (1975) 在小麥及 Hsieh and Brunner (1976) 在水稻中亦觀察到同樣的負相關關係。小麥種子之蛋白質大部分集中在糊粉層 (aleurone layer) ，當分析蛋白質時，若種子小則定量之樣本所需粒數較多，無形中增加糊粉層之面積，因此種子愈小或愈皺，則蛋白質含量愈高。在育種過程中，吾人應特別留意此種關係以免選錯對象。除進行化學分析外，應同時考慮種子

之大小問題。

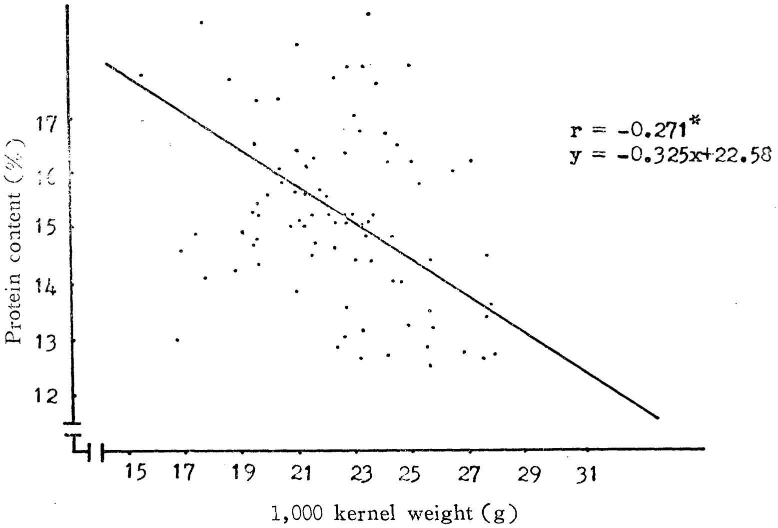


Fig. 3 Correlation between percent protein and 1,000 kernel weight

綜上而言，由本試驗結果得知，小麥在同一試區內，其蛋白質含量不但因植株不同而不同，且在同一植株內因穗之不同而不同。第一及第二穗一般結實最好，蛋白質含量最穩定，變異較小，故應採用第一穗或第二穗爲分析之樣本。因穗上、中、下三部位間蛋白質含量無顯著之差異，故可將一穗爲單位作爲分析之標準。種子之大小與蛋白質含量有負相關關係，故應注意田間之栽培管理，以培育種子大小一致的材料供分析，以增加選拔之效果。

參 考 文 獻

1. Gericke, W. F. (1930). Variation in the percentage of protein in the grain of a single wheat plant. Science 71:73-74. Cited from Stuber, C. W. et al (1962). Intraplant and interplant variation of grain protein content in the parents and the F_1 of Triticum aestivum L. Crop Sci. 2:286-289.
2. Hsieh, S. C. (1975). Variability in protein content of wheat. J. of the Agri. Associ. of China. New Series. No. 90:27-33.
3. Hsieh, S. C. and H. Brunner (1976). Variability in protein content of rice. SABRAO Jour. 8 (2): 165-171.
4. Hsieh, S. C. (1977). Environmental and genetical effects on protein content and amino acid composition in wheat. National Science Council Monthly 5 (1):46-59.
5. Hymowitz, T., F. I. Collins., and S. J. Gibbons. (1969). A modified dye-binding method for estimating soybean method. Agron. J. 61:601-603.
6. Johnson, J. A., M. N. A. Khan, and C. R . S. Sanchez. (1972). Wheat cultuars, environment and bread baking quality. Cereal Science Today. 17:323-326.
7. Kaul, A. K., R. D. Dher, M. S. Swaminathan. (1970). Microscopic and other dye binding techniques of screening for protein in cereals. Improving plant protein by nuclear techniques, proceedings of a symposium pp:253-263. IAEA.
8. Levi, I., and J. A. Anderson. (1950). Variations in protein content of plants, heads, spikelets, and individual kernels, of wheat. Canad. J. of Res. F. 28:71-81.
9. McNeal, F. H., and Davis, D. J. (1954). Effect of nitrogen fertilization on yield, culm number and

protein content of certain spring wheat varieties. Agron. J. 46:375-378.

10. McNeal, F. H., and D. J. Davis. (1966). Protein content of wheat kernels from different parts of the spike. Agron. J. 58:635-636.

11. Stuber, C. W., V. A. Johnson., and J. W. Schmidt. (1962). Intraplant and interplant variation of grain protein content in the parents and the F_1 of a cross of Triticum aestivum L. Crop Sci. 2:286-289.

12. Udy, D. C. 1971. Improved dye method for estimating protein. J. of the Amer. Oil Chem. Soci. 48 :29A-33A.

13 鄭心嫻 (1974) 玉米仔粒蛋白質及離胺酸含量測定方法之研究 農業研究第23卷、第3期 212—217。

VARIABILITY IN PROTEIN CONTENT OF WHEAT

by

J. S. Hsieh and T. Y. Wu

Summary

Different varieties of spring wheat was used to study the protein variabilities among different spikes within a plant and among different parts within a spike. It was observed that percent protein varied from spike to spike within a plant. In general, the spike of shorter tiller tended to have higher percent protein; there is a significant negative correlation between the length of tiller and percent protein.

The first spike (the longest tiller) showed the smallest variability in percent protein followed by the second, third and fourth spikes. There is no significant differences in percent protein among different parts within a spike. A significant negative correlation was observed between 1,000 kernel weight and percent protein. For protein analysis of wheat, it is recommended to use the best developed first and/or second spikes so that the protein variability can be minimized.

耐寒性大豆品種之選拔及研究[1]

I 品種特性及選種指標

詹 國 連、曹 文 隆[2]

摘 要 (一)為選拔耐寒性大豆品種供本省中部地區裡作栽培或育種用，研究裡作低溫、寡照環境下大豆品種性狀之表現，探討有何明確之特性或指標，可供耐寒品種選種之用起見，特在氣象條件相異之臺中萬豐及埔里二地，同時進行本試驗，以便比較研究。

(二)本次裡作大豆開花期前後一週左右，遭受65年12月中下旬及66年1月初旬數度嚴重寒流之影響，引致明顯之不稔，分枝發育不良，莢果停止發育，致使供試 344品種性狀之表現普遍均差，株高為9—35cm，分枝數為0～5，主莖節數為4～10，二粒莢數為0～12個，總莢數為1～26個，種子粒數為2～40粒，粒重為1～10公克，同時絕大多數品種上述性狀之數值，係分佈較低之一端。

(三)根據調查七個性狀與產量(粒重)之相關關係(表2)為依據而建立以二粒莢果數在7個以上時為耐寒性大豆品種之選種指標，在田間選拔計算時，省時省力可靠，經依據該指標入選之六個耐寒性品種(代號為20、31、140、176、256及263)之其他特性為株高在 20cm以上，總莢數在15個以上，單株粒重在3公克以上，因之採用二粒莢果數(7個以上)入選耐寒品種時，若能同時考慮該三性狀，當更可增加耐寒性品種的選拔效果。

(四)本次埔里裡作大豆試驗結果，多數品種之重要農藝性狀之成績，與萬豐試區相似或較優，知埔里之裡作氣象環境有利於大豆之生產。

前 言

本省大豆生產以屏東地區的裡作為主，歷來均無法向中部地區(嘉義以北至臺中縣市地帶)擴展裡作大豆之栽培，原因是現有推廣品種生長期過長，不能適應該地區裡作較短之生長季節；而且缺少耐寒性，在生長中後期易受寒害，形成高度不稔，終至產量低下。因之，自保存之世界性大豆品種中(約 3,000個)選拔耐寒品種，研究其特性及選拔方法，應為帶動耐寒性大豆育種之基礎工作。

豆類耐寒性之研究及育種工作，東鄰日本做的甚多。北海道立十勝農業試驗場並建有低溫育種實驗室，自1968～1973年間先後育成耐寒性大豆品種 Kairkawa 及 Kitamusume (北娘)等；育成紅豆新品種榮小豆及十育47、52等品系；菜豆有十育 A-18、19，十育 E-6、8 等品系[4]，成績斐然。進行耐寒性大豆品種之研究工作者亦多，且甚有進展。

後藤和男等[5] 研究大豆開花前低溫對花粉發芽受精之影響，知在低溫下受精完全失敗或部分失敗的花朵佔 15.1～41.9%(未處理者為5.1～24.4%)，其不受精原因是花藥不裂開，花粉不張揚所致；並由此推知低溫招致落花與落莢。成河智明等[2] 試驗低溫與遮光對豆類生育及生產的影響，知品種間對於低溫處理有不同之反應，大豆品種Kairkawa耐低溫及耐蔭， Harosoy 及Kangane 則不耐，因而強調大豆品種間耐低溫之差別來自不同地區人為與自然選拔的結果。三分一敬[1] 謂大豆品種之多數性狀×地點之耐寒指示性狀，有極顯著之差異，種子產量和莢數的遺傳相關係數和指示

本研究承臺灣農業研究中心 76-A 12 -A-2547a計畫補助試驗經費，於此致謝。

1.試驗報告農試字第八〇九號　2.臺灣省農業試驗所農藝系技士、技佐

性狀間有高度之正相關；並指出在寒冬環境下，早期生育勢（Growth Vigor）為耐寒性品種重要指示性狀之一。

除日本外，在緯度更高之加拿大等地區，對耐寒性之研究着重於出土期及苗期的耐寒性，以期能提早播種，拉長生長期間（Growth period）。Liftlejohns 等[14]完成大豆幼苗期耐寒性之初步研究，依據在 10°C時不同出土期之品種，分類為耐寒、中耐及不耐寒三類；並報導發芽和出土的相關係數為＋0.616，表示在 10°C能發芽者，對於耐寒型之選拔必可靠。Maguire[15]以加速發芽方法使大豆出土快，使幼苗有較大之生長勢，以選拔抗寒品種。Delouche[12] 及 Holmberg[13]報告大豆發芽期之最低溫度為 6～7°C。

上述日本對大豆耐寒性之研究，似着重於開花及結莢初期（7～8月），即俗稱之生育障礙型，而加拿大等地似着重於初期生育之耐寒性，即生育不良型之研究。與此二者相比較，本省中部裡作大豆受寒害之情形，頗與日本相似。假定在10月下旬至11月初旬（中部地區第二期水稻之收穫期）播種大豆，其營養生長當會正常，然而至開花期（11月中、下旬至12月初）溫度會下降到 21～17°C，此時大豆之受精作用將會遭到嚴重低溫之害[3,5,]。然與北海道十勝地區大豆開花期之溫度（約為 22～13°C）[4]相比，則本省中部裡作之氣象條件仍頗有利於大豆之生長。

筆者有鑒及此，乃試從在裡作環境下栽培較多之品種，進行耐寒性大豆品種之選拔，研究其特性，擇一性狀明確者供耐寒育種選拔耐寒材料時之指標。茲將本年（65）裡作試驗初步結果報告如下，以供參考。

材料及方法

（一）材料係來自本所保存品種中不同成熟期羣之品種共344個，各羣之品種數如下：

成熟羣	品種數	成熟羣	品種數	成熟羣	品種數
G00	20	GII	81	GVI	43
G0	25	GIII	50	GVIII	1
GI	52	GIV	49	其他	23

（二）方法　為瞭解某品種在裡作環境下地區間之差異，便於確定其耐寒性起見，本試驗於臺中萬豐（溫度較高之平地）及埔里之大湳（氣溫較低之山坡地）二地同時進行，行長2公尺，每品種種一行，2重複，行株距為40×10公分，每行播20穴，每穴2粒。施肥量為70—300—150kg/ha（較標準施肥量增加50%之氮肥），調查性狀為株高、分枝數、主莖節數、一、二、三粒莢數、單株粒重及粒數等。並以田間目測入選較優者取樣5～10株考種。

試驗結果

（一）耐寒性大豆品種之重要農藝性狀

1.株高　兩地區株高之差異極大（9～35cm），亦不一致。9～18cm者，萬豐試區較多（98對55品種）；但 19～35cm者埔里較萬豐多三倍（48對15品種），因之埔里裡作環境對大豆株高之發育，較萬豐有利。

2.分枝數　各品種的分枝數在0～5之間，但萬豐有89%埔里有74%品種的分枝數在2以下，3個分枝以上（4～5）之品種萬豐有12個，埔里有36個，故埔里試區大豆之分枝數較萬豐試區為多。

3.主莖節數　二試區品種之主莖節數頗為相似，均以5～7節最多。

4.一粒莢數　該性狀為不良的性狀，二試區發生的情形並不嚴重，6～10個單粒莢者，萬豐有4品種，埔里有13品種，故埔里之一粒莢數發生較多。

5.二粒莢數　二試區之二粒莢數均甚低，最高為12個。95品種的二粒莢數在0～6之間，只有4～6%品種之二粒莢果在7～12個之間。

6.總莢數　總莢數在14個以下者萬豐有108個，埔里有87個，占取樣總數的95%及87%；在16～26莢的萬豐有5個，埔里有11個，後者較多，但概言之，總莢果數偏低，此與一、二粒莢數之偏低有關。

7.種子粒數　種子粒數分散在2～40之間，但二試區各有94%及84%品種之種子在12粒以下；粒數在25～40者萬豐有3品種，埔里有7品種，亦以後者為優。

8.種子粒重　單株粒重在1～2公克的品種，萬豐試區占92%，埔里占88%，但分散在7～10公克間的品種，萬豐有3個，埔里則無。

綜合上列八性狀言之，其數值均太低，離實用遠甚。惟一個能在裡作低溫寡照下生長正常（包括有相當之株高、分枝數、主莖節數及成熟期等）之品種，即使其產量性狀不甚理想，亦可取其適應裡作之特性，在育種上加以利用。

表1：耐寒性大豆品種試驗重要性狀分佈表

Table 1: Distribution of the important agronomic characters of the soybean entries selected in fall-winter crop season at two locations

株高（cm） Plant height	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	31—35	合計
萬豐（A）	10	23	19	22	15	4	3	5	—	—	—	2	103
埔里（B）	1	6	18	13	12	14	5	8	7	4	6	9	103
分枝數（支） No. branches	0	1	2	3	4—5	—	—	—	—	—	—	—	合計
（A）	47	30	19	6	1	—	—	—	—	—	—	—	103
（B）	29	34	20	11	9	—	—	—	—	—	—	—	103
主莖節數 No. stem nodes	5	6	7	8	9	10	11	—	—	—	—	—	合計
（A）	10	32	30	15	9	5	2	—	—	—	—	—	103
（B）	7	22	29	24	15	6	—	—	—	—	—	—	103
一粒莢數 No. one-seeded pods	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	合計
（A）	5	16	25	19	21	12	1	2	1	—	—	—	103
（B）	5	21	18	18	15	13	7	3	—	1	—	2	103
二粒莢數 No. two-seeded pods	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	合計

(A)	14	38	23	16	5	1	2	2	—	1	—	1	103
(B)	6	26	21	20	9	8	3	2	3	3	1	1	103
總莢數 Total pods	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	26	合計
(A)	26	27	28	21	5	—	1	2	2	—	—	1	103
(B)	24	20	13	14	11	5	5	2	4	2	2	1	103
種子粒數 No. of seeds	2	4	6	8	10	12	16	18	20	22	24	25—40	合計
(A)	24	22	20	15	10	6	2	—	1	—	—	3	103
(B)	32	20	14	10	3	5	4	4	3	1	1	6	103
種子粒重 (g) Seed weight	1	2	3	4	5	6	7	10	11	—	—	—	合計
(A)	91	3	1	3	—	1	2	1	1	—	—	—	103
(B)	82	13	4	3	—	1	—	—	—	—	—	—	103

* 本表調查之材料係供試品系中之較優者，其餘株高不及 10cm 、無任何莢果、繼續開花者、均未予考種。

（二）耐寒性大豆品種試驗重要性狀間之相關性　為欲明瞭供試品種之重要農藝性狀與產量（粒重）間，或性狀相互間之關係，作為建立耐寒性品種選拔時指示性狀（或稱指標）之依據起見，特將該項資料列成表 2 。由該表知七項有關性狀與產量（粒重）之間，均有正相關關係，且多為極顯著，因之於其中選擇某項性狀為耐寒性大豆品種之選種指標時，必有甚高之準確性。

表 2 ：耐寒性大豆品種試驗重要農藝性狀之相關

Table 2: Correlation coefficient of agronomic characters of soybean entries tested in fall-winter crop season

性　　狀 Characteristics	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
株高 Plant height (1)	＼	+0.1550	+0.5269**	+0.3824**	+0.5386**	+0.6094**	+0.6435**	+0.2491**
分枝數 No. of branches (2)	+0.4922**	＼	+0.5447**	+0.1807	+0.3202**	+0.2584**	+0.3367**	+0.1127
主莖節數 Node No. of main stem (3)	+0.5271**	+0.5011**	＼	+0.4227**	+0.4014**	+0.4935**	+0.4455**	+0.2508*
一粒莢數 No. of one-seeded pods (4)	+0.3905**	+0.7396**	+0.3762**	＼	+0.8949**	+0.8613**	+0.7555**	+0.4181**
二粒莢數 No. of two-seeded pods (5)	+0.3790**	+0.5306**	+0.3665**	+0.7809**	＼	+0.8892**	+0.9120**	+0.4821**
總莢數 No. of total pods (6)	+0.4591**	+0.5973**	+0.4258**	+0.8796**	+0.9164**	＼	+0.9142**	+0.5297**
單株粒數 No. of seeds (7)	+0.3779**	+0.4373**	+0.4208**	+0.7916**	+0.8719**	+0.9214**	＼	+0.5606**
單株粒重 Seed weight (8)	+0.4008**	+0.4862**	+0.4659**	+0.5940**	+0.6696**	+0.7753**	+0.7869**	＼

註：斜線右上方為萬豐、左下方為埔里試區之數值。

Remarks: Figures in the upper left were from Wanfung trial plot and the lower right from Puli trial plot.

（三）耐寒性大豆品種選種指標之建立　根據表2，性狀間相關係數測定之結果，擇定 A. 株高 20Cm 以上者、B. 二粒莢數7個以上及 C. 總莢數15個以上三性狀爲本試驗之選種指標，並將合於該三類指標之品種歸類，分別列成表3－1、2、3，以資比較研討。另以收穫前田間目測入選品種及室內考種粒重在3公克以上之品種，分別列成表4－1、2作爲對照，以決定三類指標準確性之等級。

表3－1：依據選種指標 A 入選品種之性狀

Table 3-1: Indicative character of selection of cool-weather tolerant soybean entries-Type A.

試驗地點 Experimental site	品種數 No. of entries	株數 No. of plants	株高 cm Plant height	分枝數 支 No. of branches	主莖節數 No. of stem nodes	空莢數 No. of seedless pods	一粒莢數 No. of one-seeded pods	二粒莢數 No. of two-seeded pods	三粒莢數 No. of three-seeded pods	總莢數 Total pods	粒數 No. of seeds	粒重 g Seed weight
(A)	14	84	22.1	1.3	8.1	0.6	4.4	4.0	1.0	10.0	15.3	2.0
(B)	40	309	27.0	2.2	8.5	0.6	3.7	3.5	1.1	8.9	10.1	1.3

表3－2：依據選種指標 B 入選品種之性狀

Table 3—2: Type B

(A)	2	8	22.5	1.6	7.2	1.0	6.3	10.1	2.3	20.0	34.6	4.8
(B)	6	57	28.6	2.7	9.1	0.6	7.1	9.0	3.1	19.9	27.5	2.9

表3－3：依據選種指標 C 入選品種之性狀

Table 3-3: Type C

(A)	1	2	23.0	2.0	9.5	1.5	9.0	12.0	3.0	25.5	42.0	5.7
(B)	9	78	26.7	2.8	8.8	0.8	8.0	8.1	3.0	19.5	27.2	2.9

表4－1：田間目測入選品種之性狀

Table 4-1: Characters of the selected entries in the field by visual discrinimation

(A)	5	33	21.0	1.1	8.3	0.6	4.1	3.5	1.1	9.3	13.9	3.7
(B)	31	268	32.3	1.8	7.6	0.7	3.6	3.1	1.0	8.3	8.5	1.1

表 4 — 2 ：室內考種粒重在 3 公克以上品種之性狀

Table 4-2: Characters of the entries up to 3 grams in seed weight examined in laboratory

(A)	5	23	19.4	1.8	8.3	0.4	5.1	6.4	1.7	13.7	23.5	5.8
(B)	6	38	31.0	3.3	9.1	1.1	6.1	7.3	4.1	18.5	24.0	3.9

今就指標A（株高在 20cm以上者）而言，二試區之14及40 品種之二粒莢數爲4.0～3.5，總莢數爲10.1～8.9，該二性狀與指標 B、C 所訂標準不合，而其單株粒重（2.0及1.3）亦較室內考種（表 4 — 2）的5.8及3.9公克爲低，因之選種指標 A 似不能視爲理想之選種指標。

次就指標 B（二粒莢果在 7 個以上）各品種觀之，其株高爲 22.5～28.6cm，總莢數爲20.0～19.9個，各別合於指標 A 及 C 之標準；其粒重爲4.8及2.9公克，與室內考種品種 的5.8及3.9（表 4 — 2）較爲接近。顯示指標 B各重要性狀之數值概能滿足吾人要求，而爲本試驗中較理想的選種指標。

以選種指標 C 與 B 相比較時，僅 C 的一粒莢數較多，其餘各性狀之數值均較指標 B 爲優，因之符合於指標 C 的品種必然亦符合 B ，二類指標（B、C）似同屬較優者，然考慮在田間實際選種時總莢數的數目較二粒莢多，計算時不如只數二粒莢較快捷準確，故就本次裡作試驗而言，選種指標 B（二粒莢數在 7 個以上），可視爲耐寒大豆品種最佳之選種指標。

根據選種指標 B ，本次裡作試驗計入選 6 個耐寒性品種，其代號爲20、31、140、176、256、263，將於明年再予試驗。

（四）裡作田間目測入選品種之效率　在本次裡作試驗中，筆者於收穫前根據株高、莢果數及成熟期等性狀 [7] 進行田間選種，結果在萬豐入選 5 品種，在埔里選得31品種，凡此入選品種合於三種選種指標及室內考種粒重標準品種數之多少，似可視爲田間目測入選品種數之效率（%）。茲特列成表 5 如下：

表 5 ：田間目測入選品種之效率

Table 5: Efficiency of visual discriminating selection

試驗地點 Experimental site	目測入選品種數 No. of entries selected	目測入選品種之性狀合於 Characters of visual selected entries coordinate to				目測入選品種之效率% Efficiency of visual selection(%)			
		①指標 A Type A	②指標 B Type B	③指標 C Type C	④室內考 Examined in lab.	①	②	③	④
(A)	5	3	1	1	2	60.0	20.0	20.0	40.0
(B)	31	25	2	4	1	80.0	6.5	13.0	3.2

表 5 顯示田間目測選種之效率，對於指標 A 的選種效率爲60%及80%，尚屬有效；但對於以二粒莢果數、總莢數及粒重爲標準的指標 B、C 及室內考種項目而言，其效率普遍降低，萬豐試區爲20、20、40%；埔里試區爲6.5、13.0及3.2%。但值得注意的是本次裡作試驗入選之 6 個耐寒性品種中，有一個（代號爲256）在萬豐及兩個（代號爲20、263）在埔里試區被田間目測選中，亦爲入選 6 個品種中之較優者，因而可認爲目測選拔對最優材料選別時之效果最大，對中等表現材料次之，而對

表現差之材料選別效果最低。

結論及討論

(一) 由本次裡作試驗結果，供試品系之重要農藝性狀如株高、分枝數、莢數及粒重等均顯然不佳，二粒莢最多爲12個，總莢數最多爲25個，種子最多爲40粒，粒重最重者爲10公克，顯然受裡作低溫之影響。且本次裡作大豆開花前後，遭受數次寒流侵襲，如 65年12月 8～10日氣溫爲 18～10°C；65年12月25—31 日更降至 16～7°C ，大豆開花期遭受寒害，對花粉母細胞之分裂程序破壞，花粉不健全而引起不稔[3] [11]，此由裡作豆株上綠色成串似米粒大小之不稔莢可以證之。另一原因是分枝不良，植株上莢果之着生非不多，而是莢果稍稍隆起（表示已受精）後，莢果的發育現象隨即中止，不再發育，未發育完全的莢果部份掉落，部份不落下[16] 。總之，大豆開花期遇寒害，將增加不受精花而減少着莢[7]；同時胚珠之稔實率及一粒莢數亦減少[10]，終使產量低下。然而就裡作選拔耐寒性品種而言，去年冬季之寒流，將更增加本次入選品種之可靠性。

(二) 根據裡作各種性狀與產量（粒重）間的相關關係（表 2），本試驗建立以二粒莢果數在 7 個以上（即選種指標 B）者爲耐寒大豆品種入選之指標，依此標準入選之 6 品種代號爲20、 31、140、176、256及263，每品種之總莢數在15個以上，粒重近 3 公克，亦符合指標 C 之入選標準。惟在田間選種時，其計算不如採用二粒莢果 7 以上爲指標，較便捷可靠。

(三) 本試驗入選耐寒之 6 品種雖曾經去年12月下旬嚴重寒流之考驗，但由於品種間不同年度產量差異與品種之耐寒性有深切的關係 ， 故多年之重複試驗爲選育耐寒穩定性品種所必要[6]，入選者宜予再次測定。又國外耐寒性高之品種北娘及其親本刈勝有引入之必要，以便在本省裡作低溫、寡照環境下測驗其耐寒性，或可供中部地區耐寒育種之材料。

(四) 關於以耐寒性指數（cold-tolerance index C. T. I. ）大小表示品種耐寒性之設計：本試驗設計於臺中萬豐（A）及埔里（B）二地之裡作進行，每次裡作可各別根據選種指標B入選耐寒品種，賡續多年後，將選得之全部品種，在萬豐之夏作（C ，視爲生長正常之季節）進行 1 — 2 次試驗，以便計算某品種眞正之耐寒性指數。其計算公式如下：

$$某品種之\ CTI = \frac{A}{C} \times 100$$

$$某品種之\ CTI = \frac{B}{C} \times 100$$

說明：A、B爲某品種某性狀某年裡作在萬豐及埔里試驗之數値。

C爲某品種某性狀同年夏作在萬豐試驗之數値。

參 考 文 獻

1 三分一敬、土屋武彥 1972 大豆耐冷安定性之指標形質之硏究 北海道立農業試驗場集報第29號 第 27—37頁。

2 成河智明、三浦豐雄、松川勳 1970 有關豆類耐寒性之硏究第 1 報 低溫及遮光之影響 北海道立農業試驗場集報第22號第10—19頁。

3 長尾正人講、繆進三記 1955 日本北部稻之冷害及稻作防寒檢定 中華農學會報新 9 ：80—83。

4 後木三、成河智明、三浦豐雄、松川及野村信史 1974 豆類之耐寒性試驗成績 北海道立十勝農業試驗場資料第五號 第 2 —86頁。

5 後藤和男、山本正 1972 有關豆類寒害之硏究 北海道農業試驗場彙報第100號 第14—19頁。

6 鳥山國士、豐川良一 1957 大豆之低溫障害研究 日作紀 25：197—198。

7 詹國連 1976 大豆雜交後裔各世代產量選拔效果及遺傳力之研究 中華農業研究 25（3）：206—213。

8 趙仁鎔、余松烈 1943 大豆之開花習性 新農季刊 3：1—2，第34—49頁。

9 齋藤正隆、三分一敬、佐佐木紘、酒井眞次、土屋武彥 1969 大豆優良品種試驗 北農36（7）：1—13。

10 齋藤正隆、高沢寬 1962 大豆不同生育期間之低溫處理研究 北農試驗彙報78：26—31。

11.吳詞都、1977.大豆耐寒性之育種研究(一)低溫環境下花粉及農藝性狀之變異，科學發展，第五卷第八期664—667頁

12. Delouche, J. C. 1953 Inflence of moisture and temperature levels on germination of corn, soybean and watermelons. Proc. Assoc. Aff. Seed Analysts 43:117-126.

13. Holmberg , S. A. 1973 Soybeans for cool temperature climate Agri. Hortic. Genet. 31:1-20.

14. Littlejohns, D. A. and Tanner, J. W. 1976 Preliminary studies of the cold tolerance of soybean seedlings. Can. J. Plant Sci. 56:371-375.

15. Maguire, J. D. 1962 Speed of germination and in selection of and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2:176-177.

16. Ven Schaik, P. H. and A. H. Probst. 1958 Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. A. J. 50:192-197.

致謝：本試驗蒙鄭崇堯、蔡松樹及邱壹銘三位同仁之幫忙，得以完成，特此致謝。

STUDIES ON AND SELECTION OF COOL-WEATHER TOLERANT SOYBEAN ENTRIES

I. Its Characters and Indicative Traits for Selection [1]

by

Kuo-lein Chan and Wen-long Tsaur [2]

Summary

1. This experiment was carried out to find out if colder tolerant soybeans were exist in the germplasms, and to investigate the performance of characters and the indicative traits for selection of cold tolerance, by growing them in field under winter crop season (after 2nd rice crop) at two locations (Wanfung and Puli) differed in temperature with favor in Wanfung village. The need of cold tolerant soybean materials as a breeding objective become more significant, particulary in central Taiwan area where 40,000-50,000 hectares of paddy field idled in winter time.

2. Characters of winter planting soybeans: We had cooler weather (18-10°C to 17-7°C) during mid-end November 1976 and the first part of January 1977, the time soybean plants were blooming. Eight plant characters of the 344 entries measured were poor due to the cooler temperature. In general, they had 9-35 cm tall, 0-5 branches, 4-10 nodes of main stem, 0-12 of 2-seeded pods, 1-26 pods, 2-40 seeds, and 1-10 grams of seed weight per plant, and most of the entries were distributed into the lower figure portion.

---

1. Serial No. (Q) 809

2. Assistant Plant Breeder and Research Assistant (Soybeans) , Dept. of Agronomy, Taiwan Agr. Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

However, the chill weather subjected in 1976 would ensure the cold tolerant materials selected of merit.

3. Since highly positive correlation coefficients were found among the seven yield component characters and seed weight, we choose No. of 2-seeded pods up to seven per plant as the indicative trait for selection of cold tolerant soybeans. It is more convinient and saving in labor by choosing 2-seeded pods than those choosing total No. of pods per plant as indicative trait when counting is made in field for selection. Six soybean entries were selected as cold tolerance based on the indicative trait setting up in this experiment. Their code numbers are 20, 31, 140, 176, 256, and 263. The main characters except 2-seeded pods of the six entries selected are 20 cm up in tall, 15 more pods per plant, and 3 grams greater of seed weight per plant. More efficient in selectiing cold tolerance is expected if we can consider the three characters related, too.

4. Results showed that lots of the entries measured at Puli (the higher elevation and cooler area) had higher value than those at Wanfung (the lower elevation and warmer area) experiment plot. This indicated that the winter crop season at Puli area maybe favourable for growing of soybeans.

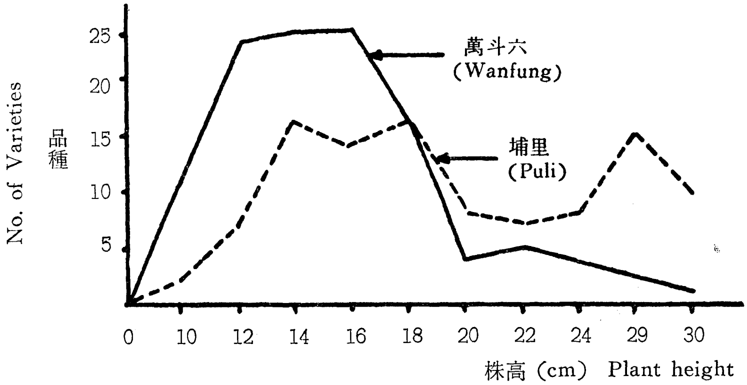


圖 1：耐寒性品種株高分佈圖

Fig. 1: Distribution of plant height of winter planting soybeans

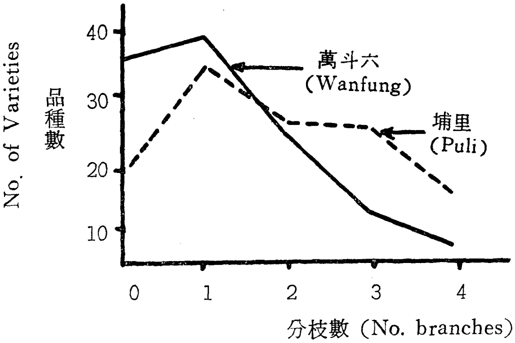


圖 2：耐寒性品種分枝數分佈圖

Fig. 2: Distribution of No. branches of winter planting soybeans

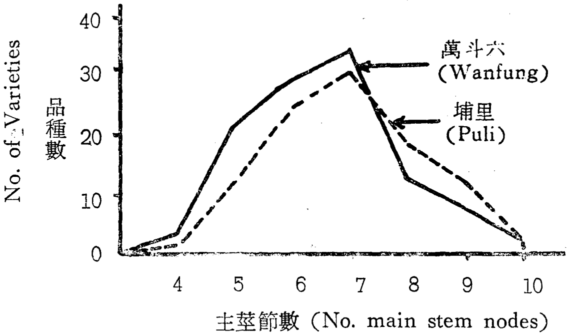


圖 3：耐寒性品種主莖節數分佈圖

Fig. 3: Distribution of No. main stem nodes of winter planting soybeans

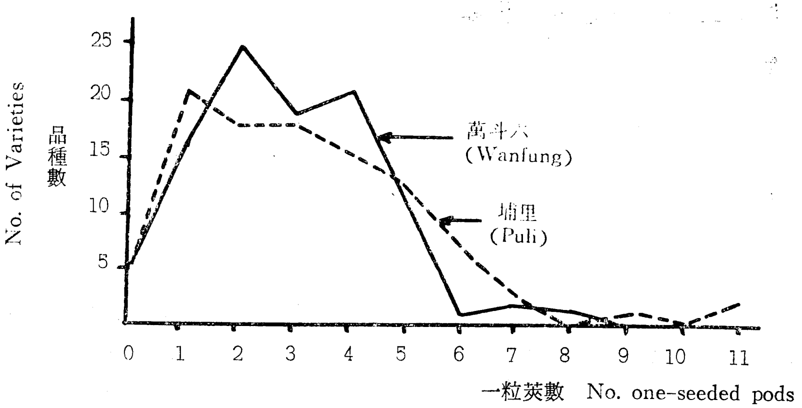


圖 4 ：耐寒性品種試驗一粒莢數分佈圖

Fig. 4 : Distribution of No. one-seeded pods of winter planting soybeans

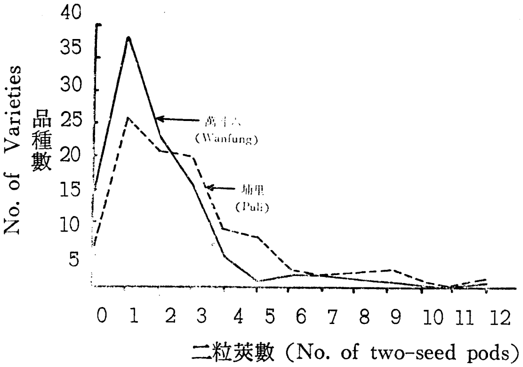


圖 5 ：耐寒性品種試驗二粒莢數分佈圖

Fig. 5 : Distribution of No. two-seeded pods of winter planting soybeans

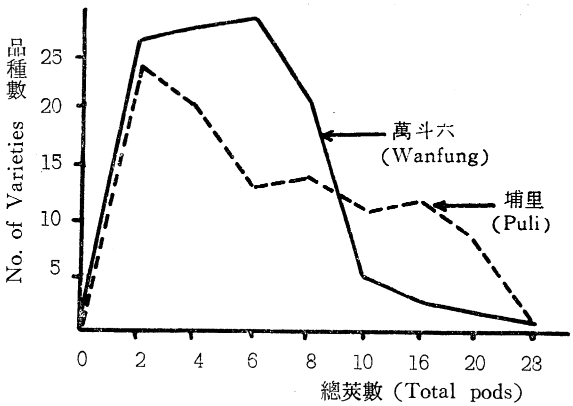


圖 6 ：耐寒性品種總莢數分佈圖

Fig. 6 : Distribution of total pods of winter planting soybeans

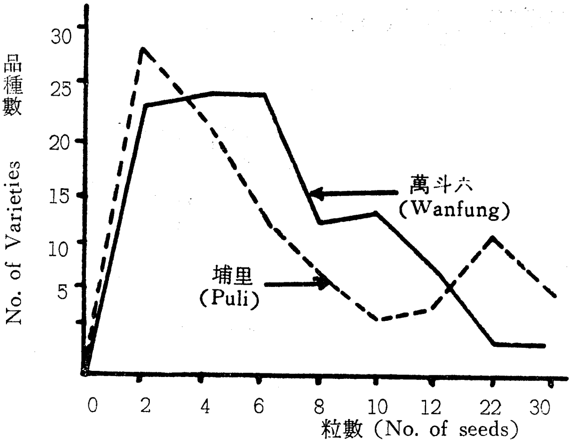


圖 7 ：耐寒性品種粒數分佈圖

Fig. 7 : Distribution of No seeds of winter planting soybeans

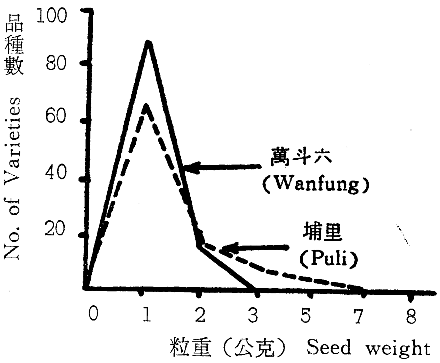


圖 8 ：耐寒性品種粒重分佈圖

Fig. 8 : Distribution of seed weight of winter planting soybeans

主要蔬菜作物之養分吸收及施肥效應[1]

Ⅱ 韮菜對不同型態氮肥之效應及所施氮肥之消長

連 深 吳啓東[2]

摘 要 爲探討韮菜對不同形態氮肥之效應，及所施氮肥在土壤中之消長，於彰化縣田尾鄉擧辦田間試驗。自韮菜定植起一年間之試驗結果如下。

1. 韮菜之氮肥效應全年高達1,500公斤／公頃氮素，但如按生長季節調節施肥，則以氮素約800公斤／公頃即可達到最高收量。其全年各生長期之氮肥適量如下：

生長時期	定植（三月初旬）	第一次收刈（六月十三日）	第二次收刈（八月四日）	第三次收刈（九月二七日）	第四次收刈（十月三一日）	第五次收刈（十二月二三日）	第六次收刈（二月二八日）
氮素適量* kg/ha	120	80	240	120	120	120	

*尿素、硫酸銨均各分4～5次分施而 SCU 則僅分1～2次施用。

2. 就各種氮肥之肥效而言，尿素顯然優於硫酸錏，而 SCU（TVA 製，含氮34.8%及38.4%者）則與尿素相當。本試驗中 SCU 分施僅7次，尿素和硫酸錏則多達25次。每次施肥均掘淺溝，施用後並需覆土，可見 SCU 節省施肥勞力之功效非常顯著。

3. 就多氮肥區（氮 1,545公斤／公頃）所施氮肥之消長與無氮區比較而言，其爲韮菜所吸收者僅約14%，以硝酸殘留於 0—15公分及15—30公分各土層者各約17及5%，30公分以下之土層則甚少有硝酸態氮之殘留，顯示約有三分之二之氮肥係因脫氮作用或被灌漑水淋洗流失。韮菜氮肥用量如能依照本試驗結果所示按生長季節調節，當可提高其吸收率，因而可節省肥料用量。

前 言

韮菜的氮肥施用量甚高，據調查農家慣行氮素施用量每公頃年平均高達1,600公斤左右[1]。又據林慶喜氏[2]報告，韮菜花收量隨氮素用量之增施而增加，每公頃每月施用氮素雖高達450～600公斤，產量仍呈直線上昇趨勢，且經濟上仍甚有利，可見其全年適量高達6,000公斤左右，頗爲驚人。

爲明瞭如此重肥下所施氮肥在土壤中的消長（包括韮菜吸收量、土壤中留存量以及自土壤中逸失量）及韮菜對尿素、硫酸錏和裹硫尿素等不同型態氮肥之效應，乃於彰化縣田尾鄉陸豐村設置田間試驗。自民國62年3月初韮菜定植時開始迄翌年2月底止，共收刈韮菜6次。試驗結果報告於次，以供參考。

試驗方法

肥料處理及施肥量（自62年3月初至63年2月底）如表1。

1.試驗報告農試字第八一〇號

2.臺灣省農業試驗所技正、技士

表 1　田間試驗各肥料處理之全年施肥量

Table 1. Nitrogen levels and the amount of fertilizer elements applied in the experiment (The first year of the cultivation, from March 1973 to February 1974).

Nitrogen levels	Symbols	Fertilizer elements (kg/ha)		
		N	P_2O_5	K_2O
Check (no nitrogen fertilization)	0	0	275	700
Ammonium Sulfate one level	S_1	515	275	700
Ammonium Sulfate two levels	S_2	1030	275	700
Ammonium Sulfate three levels	S_3	1545	275	700
Urea one level	U_1	515	275	700
Urea two levels	U_2	1030	275	700
Urea three levels	U_3	1545	275	700
SCU 0.96 level	SCU 0.96	495	275	700
SCU 1.92 levels	SCU 1.92	990	275	700

施肥次數　氮肥中硫酸錏和尿素全年用量各分25次，即平均每次韮菜收刈前各分 4 次施用，裹硫尿素（以下簡稱 SCU）則全年用量分 7 次，即平均每次韮菜收刈前 1 次施用。磷肥及鉀肥各以過磷酸鈣及氯化鉀施用，其施用次數和 SCU 相同。SCU 在 9 月30日（即第 4 次收刈）以前施用含氮量34.8%者（佔總用量之¾），其後則因該供該肥料短缺，改用含氮量38.4%者，均爲美國田納西河流域管理局肥料發展中心（TVA National Fertilizer Development Center簡稱TVA）所製。

施用 SCU 之特性及組成如次：

N (%)	Dissolution rate in		Wax (%)	Microbi cide (%)	Total coat (%)	Class
	7 days	14 day				
34.8	13.8	15.6	3	0.25	24.3	C
38.4	20～25	24～29	N. D	N. D.	16.6	E

N. D.: No determination

施肥方法　每次施肥均於行間掘淺溝施用並覆土。

試驗設計　9 處理（如表 1），4 重複，隨機區集排列，小區面積 9.6m² (3.2m×3.0m)，但實際栽培面積爲 3.0×2.1=6.3m²，餘者爲畦溝所佔。大畦溝之溝深約80公分。行株距各 26及23公分，每小區栽植韮菜104株。

試驗地土壤性質，屬粘板岩質冲積土，pH 値7.2，全氮0.17%，質地爲坋質壤土。

土壤無機態氮素之測定　將各處理區所採取之土壤樣本(採取方法詳試驗結果)以原水分狀態下用10%氯化鉀溶液抽出(乾土對抽出液比爲 1 : 10)，然後以擴散法分別測定全無機態氮（$NO_3^-+NO_2^-$

$+NH_4^+$）含量和銨態氮含量[3]，另以比色法測定亞硝酸態氮含量[4]，並以全無機態氮量減去亞硝酸態氮量和氨態氮量作爲硝酸態氮量。土壤中全氮之測定則依 Olsen 氏[5]方法。

植物體氮、磷、鉀含量之測定　全氮以 Gunning 氏修正法[6]測定。另就 2 %醋酸抽出液以上述方法測定硝酸態氮含量。磷、鉀、鈣、鎂含量之測定則依常法進行。

試驗結果及討論

一、韮菜對不同形態氮肥之效應

各肥料處理全年共收刈 6 次之韮菜收量，氮肥吸收量及吸收率如圖 1（氮素吸收量係由 1～6 各次韮菜地上部收刈物中之氮素含有量與第 6 次收刈時殘留之地下部氮素含有量累計所得）。

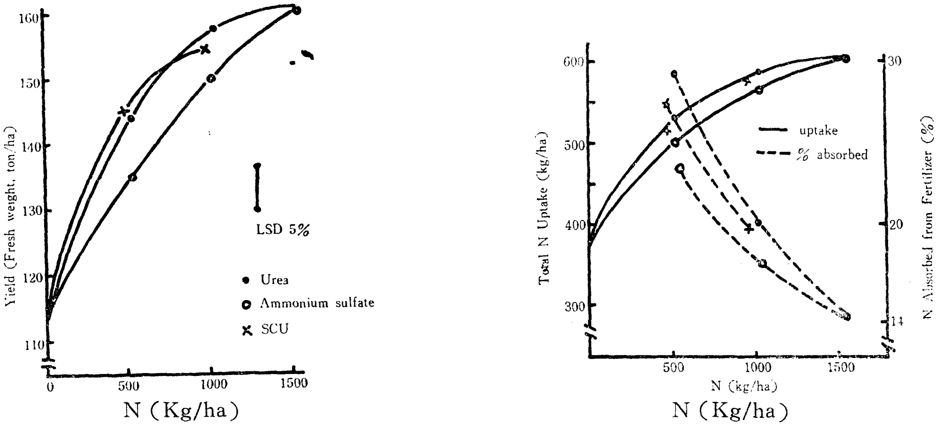


圖1.　各肥料處理區全年韮菜收量及氮素吸收量、吸收率

Fig. 1. Yield of Chinese leek and nitrogen uptake in the whole year.
(Total of the 6 cuttings of shoot from Mar. 1973 to Feb. 1974.)

由上圖可見韮菜之施肥效應甚高，全年氮肥效應每公頃達氮 1,500公斤左右。實際上農家慣行施氮量平均亦高達1,600公斤左右[1]。

就不同氮肥之肥效而言，尿素顯然優於硫酸錏，至於 SCU 則與尿素相當。但本試驗中 SCU 的分施次數僅 7 次，而尿素或硫酸錏的分施次數則均多達25次。如果尿素和硫酸錏分施次數減少，則因其每次施肥量大增，必將引起肥害。

又本試驗中尿素和硫酸錏每次分施均掘淺溝，施肥後覆土，否則其肥分之損失必更大，肥效更低，而 SCU 的肥效則相對的會更提高。汪時春氏[7]等曾以 SCU（臺肥公司製）之 5 次分施與硫酸錏之10次分施比較，亦得到與本試驗類似的結果，可見 SCU 顯然有節省施肥勞力之功效。

氮素之吸收量隨着施肥量之增加而增加，但所施氮肥之吸收率却僅爲14～26%，可見韮菜之氮肥效應雖高，但損失亦大。

韮菜乾物中之氮素含量隨氮肥施肥量之增加而增加，頗能反應施肥效果，硝酸含量亦然（表 2）。又其他各種要素含量如表 3，可見韮菜地上部之要素含量較地下高達 2～4 倍，而各種要素中以氮和鉀的吸收量最多。

表 2　各肥料處理韮菜中氮素含量（乾物中百分率）

Table 2. The nitrogen content in Chinese leek applied with different levels of nitrogen fertilizers (% dry wt. basis).

Nitrogen levels	The 2nd cutting*		The 3rd cutting	The 6th cutting	
	Shoot**		Shoot	Shoot	Underground
	total N***	NO_3—N	total N	total N	total N
0	2.91	0.18	3.09	4.18	2.41
S_1	3.29	0.16	3.37	4.22	2.60
S_2	3.30	0.29	3.46	4.35	2.58
S_3	3.80	0.39	3.79	4.43	2.66
U_1	3.18	0.23	3.23	4.39	2.45
U_2	3.74	0.36	3.75	4.43	2.32
U_3	3.70	0.32	3.83	4.64	2.48
SCU 0.96	3.46	0.18	3.37	4.26	2.32
SCU 1.92	3.78	0.32	3.50	4.26	2.68

* The dates of the 2nd, 3rd and 6th cutting were respectively on Aug. 4, Sept. 27, 1973 and Feb. 28, 1974.

** The shoot corresponds to the yield part of the plant at each cutting, while the underground corresponds to the remainder part of the plant after cutting. The underground part includes a small portion of the leaf sheath and majority of the roots. The dry weight of the underground part was about 2.2-1.8 times that of the shoot in this case. The proportion decreased as the amount of nitrogen application increased.

*** The NO_3—N is included.

表 3　各肥料處理韮菜中磷、鉀、鈣、鎂要素含量（乾物中百分率）

Table 3. An example of the contents of P, K, Ca and Mg in the different parts of Chinese leek applied with different levels of nitrogen (% dry wt. basis, on the 6th cutting).

Nitrogen levels	P		K		Ca		Mg	
	Shoot	underground	Shoot	underground	Shoot	underground	Shoot	underground
0	0.36	0.22	5.03	1.10	0.82	0.33	0.35	0.28
U_1	0.37	0.21	4.31	1.07	0.79	0.45	0.38	0.30
U_2	0.32	0.20	3.57	0.88	0.80	0.46	0.39	0.31
U_3	0.30	0.21	3.41	1.03	0.82	0.61	0.39	0.32
S_2	0.36	0.21	3.69	0.94	0.88	0.50	0.44	0.33

二、韮菜定植後各時期之氮肥施用適量

以上係就全年各氮肥處理之收量（共收刈 6 次）與其累計施肥量間關係所作綜合的觀察結果。如

將各次收量與各收刈前所氮施肥用量關係分別考察（圖2. Ⅰ—Ⅵ），更可明瞭收量和氮肥效應之季節性變化。

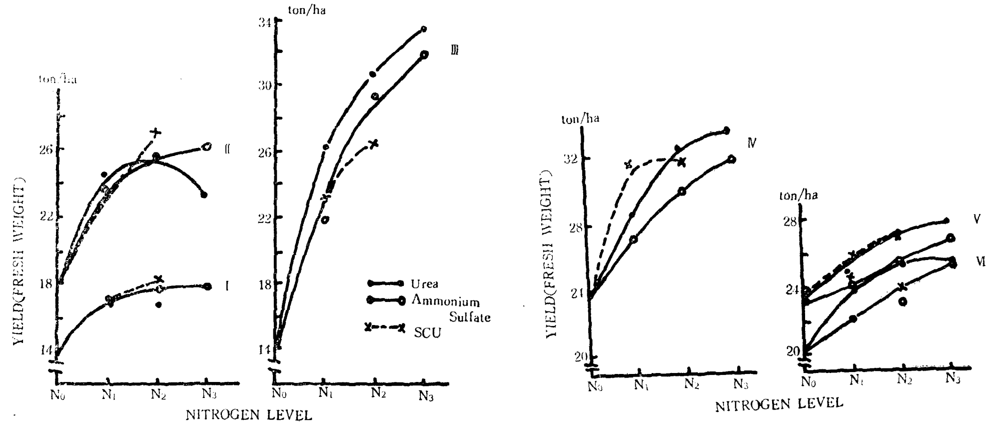


圖2. 第Ⅰ至Ⅵ各次韮菜收量屬各次收刈前所施氮肥平準之關係

圖2. 第Ⅰ至Ⅵ各次韮菜收量及各次收刈前所施氮肥平準之關係（每點均爲四重複小區之平均。N_1 在圖Ⅰ—Ⅵ中各代表Ⅰ—Ⅵ次收刈前施氮量平準 120,80,80,60,80及80公斤／公頃。N_2 及 N_3 類推）

Fig. 2. Relationship between the yields of Chinese leek at each cutting and the nitrogen levels before each cutting. N_1 represent the application of 120, 80, 80, 60, 80 and 80 kg/ha nitrogen respectively before the 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th and 6th cutting. N_0 represents no nitrogen application, while N_2 represents twice the amount of N_1 and vice versa.

由圖中Ⅰ及Ⅱ可見韮菜自定植至第一次及第二次收刈期間之氮肥效應並不高，氮肥施用平準各以 N_1 爲宜；即自定植至第一次收刈（自3月初至6月13日）及自第一次收刈至第二次收刈（自6月14日至8月4日）之氮肥適量各爲120及80公斤／公頃左右。

自第二次收刈以後至第三次及第四次收刈期間，時值夏天，韮菜收量最高，其氮肥施用平準各以 N_3 及 N_2 爲宜（圖中Ⅲ及Ⅳ）；即自第二次收刈至第三次收刈（8月5日至9月27日）及自第三次收刈至第四次收刈（自9月28日至10月31日）期間之氮肥適量各爲240及120公斤／公頃。又自第四次收刈至第五次收刈及自第五次至第六次收刈期間，時值秋冬天，韮菜生長轉緩，收量及氮肥效應均降，其氮肥施用平準均以 N1.5 爲宜；即自11月1日至12月23日及自12月24日至翌年2月底之氮肥適量各以氮素 120公斤／公頃爲宜。綜合以上結果，韮菜施肥如按照各生長時期調節，則其全年氮肥施每公頃氮素 800公斤即可達到最高收量。

三、土壤中無機態氮之消長

土壤中各種無機態氮含量之一例如表4。

表 4　各肥料處理表土中各種無機態氮含量（N ppm）

Table 4. An example of the fluctuation of the contents of inorganic nitrogen in the soil* applied with different levels of nitrogen (N ppm).

Nitrogen levels	May 5				June 11
	NH_4—N	NO_2^-—N	NO_3^-—N	total	total
0	4	trace	19	23	17
U_1	9	trace	305	314	88
U_2	8	trace	666	674	136
U_3	13	trace	806	819	223

* Sampled from the center of four plant hills and the depth of 0—15cm. Four such samples were taken from each plot, mixed and the composite samples were analyzed. The data are the mean of four replication plots.

由上表可見土壤中之無機態氮含量依施肥量之增加而增加，並以硝酸態氮爲其主要形態，佔全無機態氮之98%左右，故遇雨時流失量很大；如 6 月11日各處理區累積施肥量已達 5 月 5 日之 1.5倍，但其表土中之無機態氮濃度却反而較 5 月 5 日所測者爲低是。

經過一年之施肥處理後，自每小區隨機採取韮菜 1 株，並將植株四週的（即行株距26×23公分範圍內）土壤依土層別 0～15公分，15～30公分，30～45公分）充分混合後分別採取土壤樣本，以供無機態氮和全氮之分析，其結果如表 5（表中數據均爲 4 重複小區平均）。

表 5　經過一年間施肥處理後之土層別 pH 及各種形態氮含量

Table 5. The pH and the contents of inorganic and total nitrogen in the soil stratum of various depth* after one year of fertilization (February, 1974).

N levels & nitrogen applied (kg/ha)		pH	Total inorganic N (ppm)			Total N (%)		
		Surface Soil (0-15cm)	Surface Soil (0—15cm)	Sub Soil (15—30cm)	Sub Soil (30—45cm)	Surface Soil (0—15cm)	Sub Soil (15—30cm)	Sub Soil (30—45cm)
0	(0)	7.2	69±8	16± 2.6	10±1.7	0.18±0.01	0.15±0.02	0.21±0.01
S_1	(515)	7.0	76±18	19± 0.1	—	—	—	—
S_2	(1030)	7.2	182±28	46± 5.0	—	0.19±0.01	—	—
S_3	(1545)	7.1	334±76	111±12.6	19±3.4	0.21±0.02	0.18±0.01	0.20±0.01
U_1	(515)	7.2	107±23	24± 5.1	—	—	—	—
U_2	(1030)	7.2	186±33	55±22.7	—	—	—	—
U_3	(1545)	7.2	327±31	92±16.0	—	—	—	—
SCU 0.96	(495)	7.2	137±15	35± 0.1	—	0.16±0.02	—	—
SCU 1.92	(990)	7.2	234±41	59± 1.7	—	0.16±0.01	0.19±0.01	—

* A cubic sample of soil with the dimension of 26cm×23cm (the spacing occupied by one hill and with the plant at its center) ×15cm (thickness) was taken from each plot. The soil was then thoroughly mixed and the composite sample was analyzed. The data are the mean of four replication plots, with the standard error of mean.

又假定韮菜圃土壤之假比重爲 1，則每公頃15公分上層的土壤量爲 150萬公斤，但因韮菜圃實際施肥面積僅爲總面積之65%（即小區面積 9.6m^2 中實際栽植面積爲 6.3m^2），其餘爲畦溝所佔，故實際土壤量應以 100萬公斤計算。據此和表 6 各土層因施肥而增加之全無機態氮濃度（即施肥區和無氮區全無機態氮濃度之差），可以計算各土層所積（或殘留）的肥料氮素量，如表 6。

表 6　韮菜圃第一年所施氮肥消長之估算

Table 6. An approximate balance* of the nitrogen applied to the soil cultivated with Chinese leek (Mar. 1973-Feb. 1974).

N levels & nitrogen applied	Fertilizer N absorbed by the plant		Fertilizer N remaining in the soil								Fertillizer N lost from the soil	
			0-15cm		15-30cm		30-45cm		total 0-45cm			
	kg/ha	%**	kg/ha	%**	kg/ha	%**	kg/ha	%**	kg/ha	%**	kg/ha	%**
N_1 (515kg/ha)	136	26	22.5	4.4	5.5	1.1	3	0.6	31	6	348	68
N_2 (1030kg/ha)	195	19	115.0	11.2	35	3.3	6	0.6	156	15	679	66
N_3 (1545kg/ha)	222	14	262.0	16.9	85	5.5	9	0.6	356	23	967	63

* Mean of the Ammonium sulfate plots and the Urea plots.

** Percent of the nitrogen applied.

由表 6 可見經過 1 年的重肥處理後，土層 0～15公分及15～30公分之全無機態氮含量確有顯著增加，但由表 7 可見各僅及所施氮肥總量之17及 5 %，並不很大，且30公分以下的土層即甚少受施肥的影響。可見所施氮肥除了一部分（約14%）被韮菜吸收，另一部分（約22%）殘留於 0～30公分土層外，其餘平均約有 3 分之 2 的肥料氮素自土壤中消失。表 6 亦示各區全氮含量之差異情形，約略和全無機態氮含量之差異情形符合，可見殘留於土壤中之肥料氮素形態以硝酸態爲主要。

上述土壤中之全無機態氮含量既以硝酸態爲主要，其滲濾流失之可能性很大。按理此滲濾而下之硝酸態氮很可能堆積於底土，但從30公分以下底層土壤中並無機機態氮素堆積而論，可以判定其脫氮損失或被灌漑水淋失之可能性最大。彰化縣一帶之韮菜圃一般都以水田挖溝，將土堆積高畦而成。且爲了灌漑，畦溝常有積水（畦面下約20～60公分），故滲濾而下之硝酸態氮很可能遇到湛水狀態的底層而脫氮消失，或被灌漑水淋洗流失，但二者之比率並未明瞭。因後者可能污染水源，故應加注意。

總之，從韮菜對氮肥肥效之高，可以推測其生長所適合的土壤無機態氮濃度（主要爲硝酸態）必然很高。但要維持土壤中如此高濃度的氮素，其損失亦必然很大。關於此點，蘆筍、茄子等許多蔬菜作物亦與韮菜的情形相似。惟韮菜常年生長亦有養分吸收較旺和較弱的季節差異，如能按生長季節調節，當可提高韮菜對氮肥之吸收率，因而節省肥料甚多。

因 SCU 對氮素釋放速度較慢，遇雨水而流失的機會較少，故以較少次數分施，可得尿素或硫酸錏多次分施的效果。對於韮菜、蘆筍等耗肥多的長期蔬菜作物，應用 SCU 等緩效性肥料誠屬必要。

誌　謝　本研究承農復會和中正科學技術研究基金會之補助，謹申謝忱。

參 考 文 獻

1.汪時春等 (1967) 彰化縣蔬菜施肥實況調查報告 臺肥研究專報第27號 臺肥公司
2.林慶喜 (1973) 韮菜花氮磷鉀三要素適量試驗 臺灣農業 Vol. 9 No. 1
3.江景村、楊基城 (1969) 土壤中各種形態氮素之微量擴散分析法 中國農業化學會誌 Vol. 7 No. 102
4. Black, C. A (ed.) (1965) Method of Soil Analysis, part 2, Number 9 in the Series Agronomy, American Society of Agronomy, P. 1219.
5. 同上 P. 1164.
6.戸刈義次等編 (1963) 作物試驗法 P. 282
7.汪時春、毛宇宏 (1973) 裹硫尿素對於韮菜肥料試驗報告 研究專報46號 臺肥公司

A STUDY ON NUTRIENT UPTAKE AND FERTILIZER RESPONSE OF VEGETABLES

II. Response of Chinese Leek to Different Source of Nitrogen Fertilizer

by

Shen Lian & Chi-Tong Wu

Summary

To study the nutrient uptake of Chinese leek, a vegetable commonly fertilized with extraordinarily large amounts of nitrogen (1,000-2,000 kg/ha), while examining the relative eicffiencies of different sources of nitrogen including the slow-release type and the balance of nitrogen applied to the soil, a field experiment was conducted.

1. The nitrogen response of Chinese leek was so large that the leaf yield increased with the rate of nitrogen up to 1,500 kg/ha for the first year, however the optimum rate was about 800 kg/ha, if the applications were regulated according to the actual requirements of individual growth seasons. The optimum rates of nitrogen for various growth stages in the whole year were as follows:

Growth Stages	From transpl. to 1st cutting Mar. 5–June, 13	From 1st cutt. to 2nd cutt. June 14–Aug. 4	From 2nd cutt. to 3rd cutt. Aug. 5–Sept. 27	From 3rd cutt. to 2nd cutt. Sept. 18–Oct. 31	From 4th cutt. to 5th cutt. Nov. 1–Dec. 23	From 5th cutt. to 6th cutt. Dec. 24–Feb. 28
Optimum rate* N kg/ha	120	80	240	120	120	120

* For urea and ammonium sulfate each rate was applied in 4-5 splits, while for SCU it was applied in one or two doses only.

2. As for the relative efficiencies of different source of nitrogen, urea was superior to ammonium sulfate. On the other hand, the effect of sulfur coated urea (made by TVA, U. S. A. N 34.8% and N 38.4%, respectively for the former three fourth of appli-

cation and the remainder) applied in 7 splits corresponded to that of the urea applied in 25 splits, all the fertilizers were in corporated into surface soil on each split application, showing the labor saving effect of the former compared with the latter.

3. As a balance of the 1545 kg/ha nitrogen applied to the soil, it was estimated that only 14% of the nitrogen was absorbed by the crop, about 17 and 6% of the nitrogen remained respectively in the soil stratum of 0-15cm and 15-30cm as nitrate and the remaining two third of the nitrogen was lost either by denitrification or by leaching with rain or irrigation water.

The loss of nitrogen, however, would have been minimized, if the applications were regulated according to the actual requirements of individual growing seasons, as shown previously.

LIMING EFFECTS ON THE YIELD AND COMPOSITION OF PERENNIAL RYEGRASS TREATED WITH SEWAGE SLUDGE CONTAMINATED WITH HEAVY METALS [1]

by

C. F. Lin [2] & J. Bolton [3]

Summary

Up to 12% of the dry matter of a sewage containing 0.65% Zn, 0.20% of Ni, 0.5% Cu, and 0.41% Cr was mixed with an acid loamy sand limed to give a pH range from 4.6 to 7.0 and cropped with ryegrass in pots. The results obtained were similar to a previous experiment (2). Yields of three cuts of grass were reduced by the largest amo unts of sludge at soil pH's less than 6. However, grass yields were increased by medium amounts (8%) of sludge at soil pH more than 6. The increases in yield were caused by increased supplies of N, P, Mg, and S from the sludge.

Concentrations of more than 300 ug/g Zn, and 200 ug/g Ni in the grass dry matter were associated with lowest yields. The treatments had only small effects on Cu concentrations.

Acetic acid-extractable metals in the cropped air-dried soils were increased by the maximum sludge addition to 300 mg/Kg Zn, 100 mg/Kg Cu, 67 mg/Kg Ni, equivalent to 30% of the total applied Zn, 17% of Cu, and 28% of Ni.

The pH of the sludge (5.0) significantly affected soil pH. Sludge used on agricultural land should be adjust to pH 7.0 before spreading so as to minimize any possible heavy metal toxicities to crops.

Introduction

Sewage sludges produced in Britain usually contain 40 per cent organic matter, 2.4 per cent N, 1.3 per cent P along with a wide range in concentrations of trace elements. There is a disposal problem for the sludge and increasing pressure on farmers to use the sludge as a fertilizer on agricultural land. However, a serious disadvantage is that it often contains toxic metals which, if allowed to accumulate to a dangerous level in the soil, have a permanent harmful effect.

Berrow and Webber (1) analysed 42 sewage sludges from representative areas throughout Englagd and Wales and showed that Zn, Cu, and Ni appeared to be the elements most likely to give rise to a toxicity problem.

---

*All the experimental work was conducted in the Department of Chemistry, Rothamsted Experimental Station, England.

1. Serial No. (Q) 811

2. Senior soil specialist, Taiwan Agricultural Research Institute

3. Senior soil scientist, Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts. England.

The toxicity of metals in sewage sludge to crops depends very greatly on the pH value of the soil. Recently results showed that sludge used on agricultural land should be adjusted to pH 7.0 before spreading, otherwise, the yield of perennial ryegrass reduced by large applications of sewage sludge contaminated with zinc, copper, nickle, and chromium (2).

This pot experiment was set up to obtain further information on toxic levels of heavy metals in grass when yields are reduced and to test the effect of liming and large application of a heavily contaminated sludge on perennial ryegrass yield and composition. A more sandy soil from Woburn Experimental Station was used as a contrast to the clay-loam from Rothamsted Experimental Station used in the previous work.

The pot experiment

The design of this experiment was the same as in the previous report (2), but an acid loamy sand from Woburn was used (Table 1.). 400 g of sieved (<2mm) soil was mixed with appropriate amounts of sludge, calcium hydroxide, and poly-ethylene chips (see below), in a mechanical mixer, the mixture was then placed in 12 cm diameter pots whose weights had been equalized with quarts. Different amounts of polyethylene chips (>3mm) were added according to the amounts of sludge used so that the volumes of the contents were equal for all pots.

The treatments were as follows:

	Sludge (wet) g/pot	Polyethylene chips g/pot	Dry sludge additions % soil
S_0	0	120	0
S_1	40	80	4
S_2	80	40	8
S_3	120	0	12

The sludge treatments were combined factorially with none, 25, 50, and 100 mg/pot Ca (L_0 to L_3). There were 3 replicates of each treatments, two were cropped, one was left uncropped.

All 48 pots were given 50 mg P and 65 mg K in solution as KH_2PO_4 to the surface, than 250 mg of S23 perennial ryegrass (Lolium perenne) seed was planted. To avoid dust contamination, the pots were kept in a controlled environment (Saxcil) cabinet and watered (by weighing) with deionized water twice daily to 80% of water holding capacity. A 16 h day was used with day/night temperature of 20°C/15°C and 70/90% relative humidities.

During growth, the following additions were made to each pot:

Date	Days after planting/cutting	Chemical mixture	
		$Ca(NO_3)_2+NH_4NO_3$	KNO_3+MgSO_4
9/May	8 days after planting	40 mg N/pot	
13/May	12 days after planting	60 mg N/pot	
29/may	On the same day of 1st cutting	40 mg N/pot	
3/June	5 days after 1st cutting	60 mg N/pot	
9/June	11 days after 1st cutting		30 mg N+20 mg Mg+80 mg K
19/June	On the same day of 2nd cutting	100 mg N/pot	

The sewage sludge was an anaerobically digested sludge as used in the previous experiment. Some analyses of the sludge are given in Table 1.

Table 1. Analyses of the soil and sewage sludge

Soil		
Texture	pH (water)	pH ($CaCl_2$)
Loamy sand	4.50	4.05

Sewage sludge							
Dry matter %	pH (water)	Ni	Cu	Zn	Pb	Cr	Mn
			% in D. M.				
39	5.0	0.20	0.50	0.65	0.1	0.42	0.05

N	P	K	Ca	Mg	S
2.78%	1.80%	0.09%	2.96%	0.31%	1.24%

Analytical methods

The ryegrass samples were dried overnight at 80°C and ground <1 mm. For the zinc, copper and nickel and sulphur analyses, sub-samples were mixed with known amounts of cellulose powder and further ground in a tungsten carbide disc mill. Pellets of the mixtures made in a 31 mm die, using 10 tonnes pressure were analysed in a Philips 1540 X-ray fluorescence spectrometer (XRF). In the ryegrass and sludge dry matter, nitrogen was determined colorimetrically by the indol phenol-blue methcd after digesting with concentrated H_2SO_4 and catalyst ($K_2SO_4+CuSO_4$), phosphorus by a molybdenum blue method, K by flame photometry, Ca, and Mg by atomic absorption spectrophotometry on HCl extracts of the plant ash.

Soil and sludge pH's were measured in 1:2.5 soil water or soil:0.01 M $CaCl_2$ suspension using a combined calomel/glass electrode. Zn, Ni, and Cu in the soil after cropping were measured by extracting 5.0 gm samples with 200 ml of M acetic acid, shaking for 30 min. at 25°C, filtering and determining the metals in the extracts by atomic absorption spectrophotometry using standards made up in acetic acid.

Results

Grass yields

The dry matter yields of tops of the three cuts are shown in Figure 1. In all cases, without liming, the yields of ryegrass decreased as the rate of sludge increased. With most lime, yields were also reduced by maximum rate of sludge (S_3), probably partly because the addition of more sludge decreased the soil pH and reduced the liming effect. Incorporation of 4% sludge dry matter (S_1) in the soil increased yield at all levels of liming except at the first cut where yield showed a slight decrease at the lowest liming level (L_1). It seems to be due to the releases of major nutrients from the sludge during crop growth as shown in Table 2.

Grass analyses

1. Heavy metals (Zn, Ni, and Cu)

Concentrations of Zn, Ni, and Cu in the grass dry matter from the differently treated pots are shown in Figure 2.

Zn concentrations decreased as the rate of lime increased. These decreases were from about 60 to 20 ug/g in grass grown in soil alone and from 1000 to 300 ug/g in grass given the maximum rate of sludge. In most cases, concentrations of Zn were increased about fifteen fold by the sludge additions. The relationship between dry matter yields of ryegrass and Zn concentrations in the tops (Figure 3) showed that lower yield of grass usually associated with Zn concentrations of more than 300-350 ug/g dry matter.

The Ni determinations showed a similar pattern to those for Zn except that the concentrations in the dry matter of ryegrass was somewhat lower than those of zinc at successive cuts. The Ni content of the grass was increased by sludge addition from 20 to 700 ug/g in the soil without liming and from about 10 to 170 ug/g in the soil received the maximum rate of lime. It was about thirty-five fold for the former and seventeen fold for the latter. The relationship betwean yield of grass and its Ni concentration in the tops was also negatively correlated (Fig. 3). The higher yield of ryegrass usually contained less than 200-250 ug/g dry matter.

Concentrations of Cu in the grass were less affected by the treatments than Ni or Zn, but they do shown somewhat increase in Cu concentration from the sludge addition at all cuts in most cases. The correlation coefficient (−0.1714) between yield and Cu concentration in the tops was negative and insignificant.

2. Major nutrient concentrations (N, P , K, Ca, Mg, & S)

Mean analyses for all three cuts in Table 2 showed that major nutrient concentrations in ryegrass treated without sludge were fairly constant and un-affected by

liming. However, with sludge they were significantly decreased by liming, particularly N, K, Ca, and S.

Concentrations of major nutrients in ryegrass treated with sludge but without lime were always significantly higher than those without any sludge additions, probably because toxic heavy metals in the sludge retarded the production of dry matter and consequently increased the concentrations of major nutrients.

The total uptake of major nutrients by ryegrass treated without sludge was not affected by liming, but when given sludge (S_1) were much increased except for K, probably because the sludge contained negligible amounts of K (Table 1).

The uptake of nutrients in mg/pot by ryegrass treated with sludge in comparison with that without sludge were 118.2 and 82.8 for N, 9.71 and 6.97 for P, 80.1 and 40.1 for Ca, 7.85 and 4.01 for Mg and 16.33 and 9.71 for S. All the differences were statistically significant. This suggests that the additional dry matter yields from sludge additions with proper liming adjustment could be attributed to the major nutrients supplied from the sludge during growth.

Soil analyses

After the final harvest of grass, the soil, sludge and polyethylene chips mixtures in each pot were air-dried, sieved (<2 mm) and the roots and the polyethylene chip removed as far as possible. pH measurements on the air-dried soil (Table 3) show that sludge additions decreased pH in both limed and unlimed soil. At constant rate sludge, soil pH increased by increasing rate of liming, but .at maximum rate of sludge addition (S_3), the final pH tended to attain a pH of 4.7 rather lower than the pH of the original sludge (pH 5.0). The pH of uncropped soil/sludge mixtures was about 0.85 pH units less than when cropped with ryegrass (nitrogen was also added to these pots).

pH values measured in water suspensions were consistently 0.2 units higher without sludge additions (S_0) but only 0.05 units higher with the highest rate of sludge (S_3).

The analyses of soil mixtures extracted with M acetic acid are given in Table 4. Liming had no effect on Zn, Cu, and Ni contents of the soil. The concentrations of Zn, Cu, and Ni in the uncropped soil were higher than those in the cropped soil. It is especially significant in the case where soil had been given sludge treatment. The acetic acid extracts contained about 40% of the total Zn, 17% of total Cu and 28% of total Ni added in the sludge at all rates.

Table 2. Sewage sludge and liming effects on the major nutrient concentrations and uptake of ryegrass

Major nutrient	Sludge added	Liming level				
		L_0	L_1	L_2	L_3	SE±
N %	None	3.44	3.37	3.34	3.15	0.3030
	S_1	4.20	3.43	3.15	2.94	—
Uptake mg/pot	None	83.0	83.3	85.2	82.8	25.0783
	S_1	66.2	109.9	120.0	118.2	—
P %	None	0.28	0.28	0.27	0.26	0.0265
	S_1	0.26	0.25	0.25	0.24	—
Uptake mg/pot	None	6.74	6.95	6.94	6.97	0.8102
	S_1	3.65	8.55	10.19	9.71	—
K %	None	1.72	1.71	1.75	1.66	0.1965
	S_1	2.64	1.49	1.25	1.11	—
Uptake mg/pot	None	42.4	43.2	44.7	43.1	6.2103
	S_1	37.3	45.0	46.3	46.9	—
Ca %	None	1.22	1.33	1.37	1.50	0.1371
	S_1	2.10	1.74	1.45	1.49	—
Uptake mg/pot	None	29.3	32.9	35.2	49.1	4.4507
	S_1	30.8	55.1	55.9	60.1	—
Mg %	None	0.19	0.19	0.17	0.15	0.0265
	S_1	0.22	0.22	0.20	0.20	—
Uptake mg/pot	None	4.65	4.58	4.42	4.01	0.7645
	S_1	3.22	6.91	7.75	7.86	—
S %	None	0.40	0.38	0.37	0.38	0.0787
	S_1	0.84	0.59	0.46	0.41	—
Uptake mg/pot	None	9.87	9.47	9.26	9.71	1.7203
	S_1	10.03	17.29	17.03	16.33	—

Table 3. pH ($CaCl_2$) and pH (water) of the soil/sludge mixture after cropping

		S_0	S_1	S_2	S_3
L_0	$CaCl_2$	5.25	4.60	4.58	4.60
	Water	5.60	4.65	4.60	4.65
L_1	$CaCl_2$	5.93	5.64	4.65	4.69
	Water	6.15	5.73	4.70	4.73
L_2	$CaCl_2$	6.28	6.20	5.05	4.80
	Water	6.45	6.30	5.09	4.85
L_3	$CaCl_2$	6.80	6.60	6.45	5.63
	Water	7.00	6.70	6.53	5.70

Standard error ± 0.292 ($CaCl_2$), ± 0.324 (water)

Table 4. Acetic acid soluble metals in soil/sludge mixture after cropping

Sludge level	Cropped soil* mg/kg				Uncropped soil** mg/kg			
	Zn	Cu	Ni	Zn-equivalent***	Zn	Cu	Ni	Zn-equivalent***
S_0	6.3	1.3	1.7	22.5	8.2	1.4	1.5	23.0
S_1	105.3	35.7	23.5	364.8	137.8	40.9	29.5	455.6
S_2	211.8	73.1	46.7	731.6	247.3	80.3	53.8	838.3
S_3	298.2	104.6	67.1	1044.2	413.5	133.3	89.3	1394.5
SE±	18.8	6.3	4.6					

*Each value is the mean of 8 pots, **each value is the mean of 4 pots.

***the recommended limit is 250 mg/kg (Zn-equivalent=Zn+2Cu+8Ni) (3)

Discussion

The results from this pot experiment are the similar to the previous experiment (2) and provide further evidence that applications of a sewage sludge containing more than twenty times the heavy metal limits proposed by A. D. A. S. had no deleterious effects on ryegrass yields providing the soil pH was increased to 6.5. However, this in no way invalidates these limits, because the chemistry of heavy metals in different soils and the susceptibility of plant species are not fully understood. To avoid permanent hazard, it is necessary, therefore, to advise strict limit on heavy metal applications to agricultural land.

The sludge contained several potentially toxic metals and it is impossible to determine which element was responsible for the growth reduction and the liming effects. When the grass yields were related to their Ni, Zn, and Cu concentrations, both the Ni, and Zn relationships showed distinct depressions in yields when the dry matter contained more than 200 ug/g Ni, and 300 ug/g Zn. There was no indication of a similar relationship for Cu.

Similar amounts of heavy metals were extracted by acetic acid from both the limed and unlimed soil/sludge mixture, yet their toxicities were markedly dependent on soil pH. With 120 ug/g Zn, 37 ug/g Cu, and 27 ug/g Ni in the soils extractable with acetic acid, grass yields were significantly reduced at pH 4.5 as compared with those without sludge addition, yet at pH 6.5, grass yield was increased even with 200 ug/g Zn, 70 ug/g Cu, and 40 ug/g Ni extractable with acetic acid in the growing medium. The increased grass yield was mainly caused by the supplies of major nutrients from the sludge. The soil analyses must, therefore, be interpreted in conjunction with the soil pH.

When sludges are to be used on agricultural land, the supplier should always ensure that the pH is near neutral, if necessary, by adding lime before the sludge is spread.

References

1. Berrow, M. L., and Webber, J. 1972 Trace elements in sewage sludges. J. Sci. Fd. Agric. 23:93-100.
2. Bolton, J. (1975) Liming effects on the toxicity to perennial ryegrass of a sewage sludge contaminated with zinc, nickel, copper, and chromium (manuscript) (in printing).
3. Chumbley, C. G. (1971) Permissible levels of toxic metals in sewage used on agricultural land. A. D. A. S. Advisory paper No. 10. Min. Ag. Fish. Fd., London.
4. Mac Kenzie, E. J., and Purves, D. (1975)Agricultural consequences of trace element contamination of sewage. Chem. Ind. 12-13.
5. Patterson, J. B. E. (1971) Metal toxicities arising from industry. In "Trace elements in soils and crops" Tech. Bull. 21, 193-207, Min. Agr. Fish Fd., London.

Acknowledgements

All the experimental work was conducted in the Department of Chemistry, Rothamsted Experimental Station. I wish to thank Dr. J. Bolton for his guidance and critical review of the manuscript and to J. D. D. Mitchell, Carolyn William, and V. Cosmini for their advice and help with the pot experiment, XRF analyses, atomic absorption spectrophotometry and Technicon Auto-analyses.

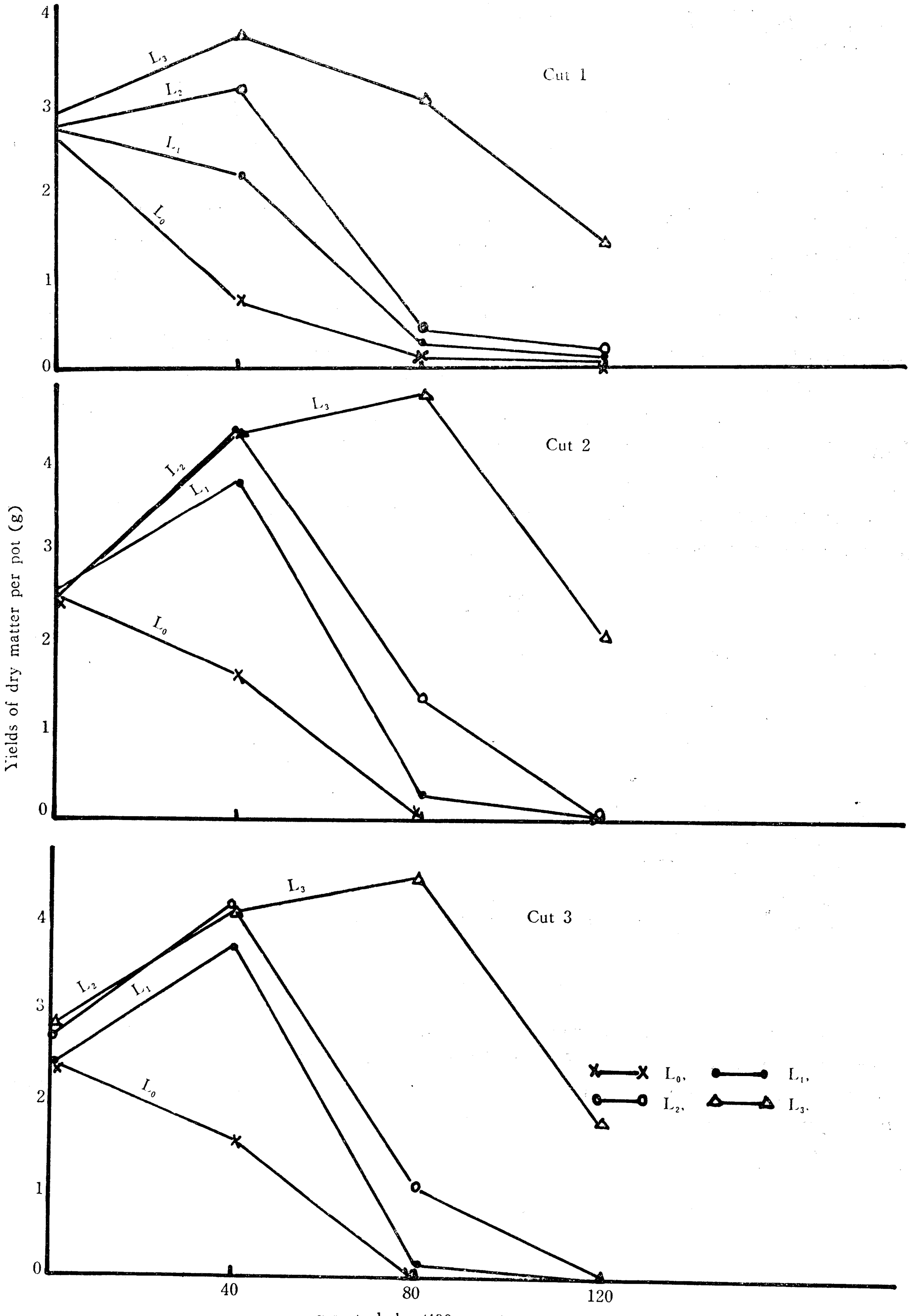


Figure 1. Sewage sludge and liming effects on the dry matter yields of three cuts of ryegrass

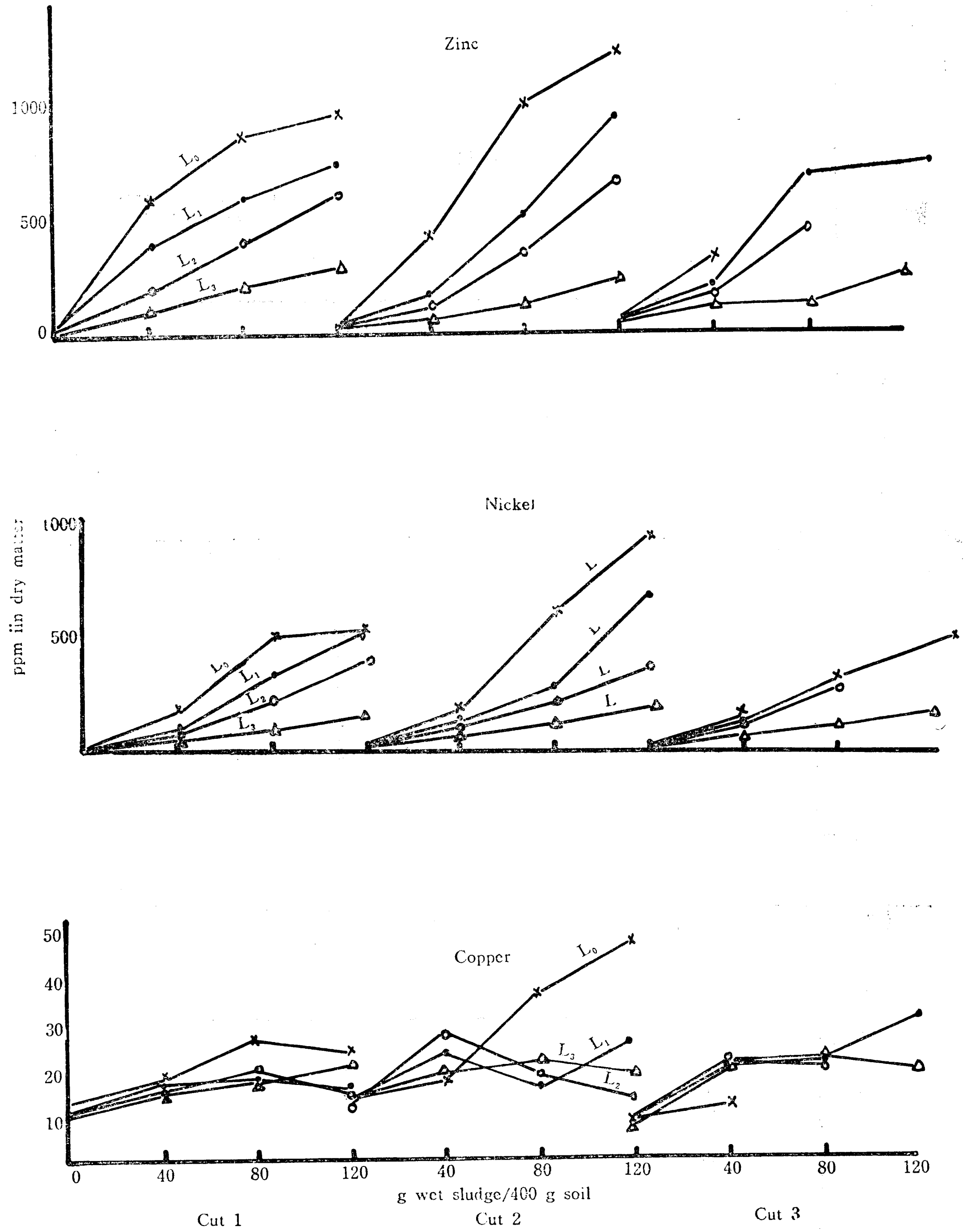
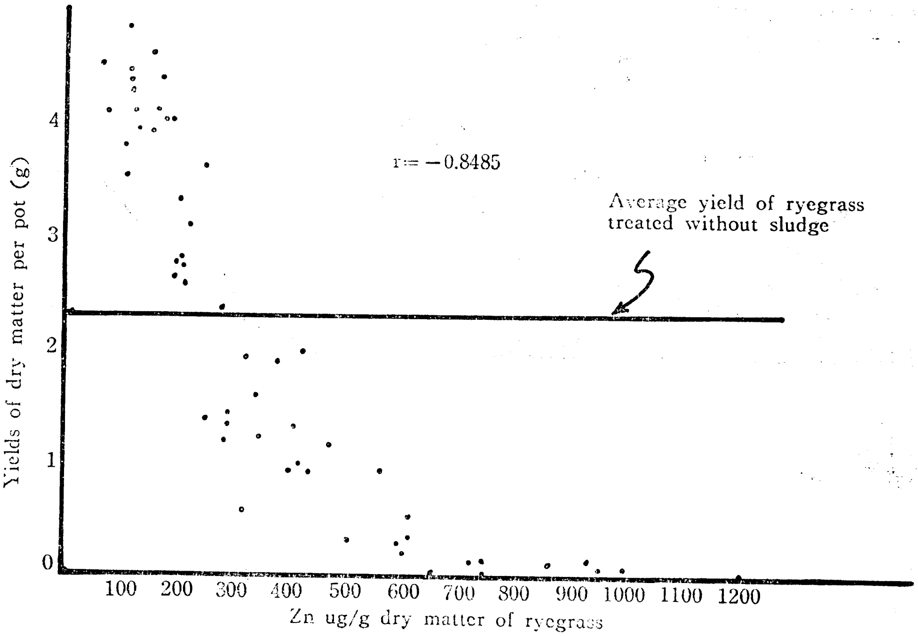


Figure 2. Sewage sludge and liming effects on the zinc, nickel and copper concentrations of three cuts of ryegrass (symbols as in figure 1)



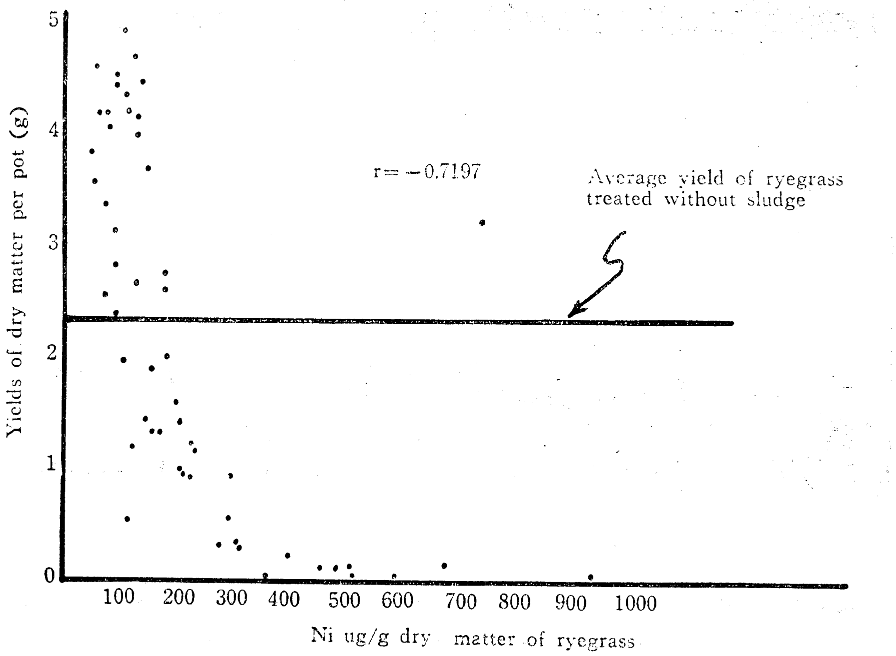


Figure 3. Relationship between dry matter yield and Zn/Cu concentration in the grass

施用石灰於污染重金屬之腐泥（Sewage sludge）後對於裸麥草收量與成分之影響

林家棻　　J. Bolton

摘要

為瞭解施用石灰對於污染重金屬腐泥肥效之改進，特在人工氣象室內舉行盆栽試驗，所用土壤為酸性壤砂土，腐泥用量分為4平準，最高達土壤用量的 12%，石灰用量亦為4平準，土壤 pH 從4.6調整至 7.0 ，並以裸麥草（Rye grass）為指示作物，三次收割後，裸麥草乾物及栽培後土壤經用 X-ray fluorescence spectrometer 原子吸光儀及 Technicon 自動分析儀測定結果，摘要於後。

1.施用大量腐泥，使土壤 pH 降至6.0以下時，顯然因重金屬為害，降低裸麥草收量；若施用中量腐泥，保持土壤 pH 在 6.0 以上，則可提高裸麥草收量，此乃由於重金屬為害減弱，腐泥供應主要營養素如氮、磷、鎂及硫等所致。

2.裸麥草乾物中鋅濃度超過 300ppm，鎳濃度超過 200ppm時，將降低裸麥草收量。

3.栽培後土壤中醋酸可抽出鋅、銅、及鎳濃度隨腐泥用量而提高，鋅高達300ppm，銅100ppm，鎳 67ppm ，均超出英國農部規定標準。

4.酸性腐泥可影響土壤 pH ，施用農田之前，必須先調整 pH 為 7.0，藉可減少重金屬為害的可能性。

本試驗係於民國64年4—8月間在英國 Rothamsted 試驗場化學系進行。

1.試驗報告農試字第 811 號

2.臺灣省農業試驗所技正。

3.英國 Rothamsted 試驗場高級土壤專家。

臺灣蘆筍立枯病及根腐病害之發生情形與要因之研究[1]

杜 金 池　　張 贛 發[2]

摘要 調查本省苗栗、彰化、嘉義及屏東等四縣主要蘆筍栽培鄉鎮共 11,201處（每處0.1公頃）蘆筍田，發現根部病害周年發生率達1.8～5.2%。全部罹病株中*Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* 引起之立枯病約佔46%，*F. moniliforme* 引起之根腐病約 17%，餘爲其他病原菌如 *F. solani*, *Rhizoctonia solani* 及 *Pythium* sp. 等所引起。土壤種類對根部病害之發生有很大的影響，周年平均發病率壤土爲2.4%，砂壤土爲3.6%，壤砂土及砂土爲5.2%。

以 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* 與 *F. moniliforme* 兩種病原菌探討土壤溫度及濕度與發病之關係，發現兩者均以土壤溫度 25°C 發病最嚴重，但土壤濕度則前者以 21% MHC，後者以 26%MHC 最易發病。*F. oxysporum* f. sp. *asparagi* 在中性（PH7）土壤，*F. moniliforme* 以略偏酸性（PH6）土壤較適於發病。

前　言

本省蘆筍病害之研究，一向偏重於莖及葉部病害。但近年來，因老筍田更新和衰產問題漸被重視[19]，根部病害始被注意。在國外，Grogan與 Kimble 兩氏[11]已證明美國加州老筍田不適宜更新及筍田衰產之主要原因是因立枯病原菌（*Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*）所致。Endo 與 Burkholder 兩氏[6]發現除 *F. oxysporum* 外，尙有 *F. moniliforme* 及 *Penicillium martensii* 亦是引起衰產的主要病原菌。解決筍田更新的辦法各國專家均贊成「新地更新」[1,11,16]，但因本省耕地有限，競爭作物又多，故不能模仿採行[19]。唯有找出不適宜更新和衰產的原因排除之，才是解決本省此項難題的根本辦法。

鑒於目前本省筍田不適宜更新和衰產的情形尙未十分嚴重，而立枯病之發生亦尙輕微[21]，本研究乃就立枯病及根部病害在本省實際發生情形、分布及發病要因進行研究和瞭解，俾供日後深入研究和籌謀防治良策的依據。

材料與方法

自1975年1月至12月間，逐月前往本省蘆筍主要栽培地區，包括苗栗縣（後龍）、彰化縣（溪州）、嘉義縣（嘉義市、朴子、六脚、新港、蒜頭、東石）及屏東縣（里港、六塊厝）等4縣10鄉鎮共11,201處蘆筍田調查立枯病之發生情形。

調查時蘆筍田以0.1公頃爲單位，依品字形分成3小區，每小區調查100株。立枯病之初步判定，係以植株葉片變黃或全株呈現萎凋，肉質吸收根之維管束變紅棕色或母莖靠近地面部份之維管束變紅褐色者爲準（圖1）。初步判定爲立枯病之蘆筍株携回分離病原菌，經接種試驗證明病原性，才確定病原菌爲 *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*。其他有萎凋、枯死或根部罹病而無上述維管束變色病徵之蘆筍株亦經採集、分離、接種後確定病原菌名稱。蘆筍田調查病害發生情形後，同時採集土壤樣品，供分析土壤種類。

本報告係農復會（蘆筍研究小組）補助計畫 64—ARF—60之研究成果。

1.試驗研究報告農試字第八一二號。　　2.臺灣省農業試驗所技正兼植物病理系主任及技佐。

病原菌之接種係採用「浸苗法」與「土壤接種法」之混合方法 。 各種病原菌均培養於三角瓶（100ml）內之馬鈴薯蔗糖培養液 20ml 上，培養溫度爲 23°C，連續光照。20日後將供試菌菌落挑出，置於高速攪拌器內加無菌水 100ml，攪拌 1 分鐘，以調成菌絲懸浮液或菌絲與胞子混合液。培植於蛭石上30日之蘆筍苗（uc-711）小心移開苗床，將根部浸漬於供試菌菌絲懸浮液或菌絲與孢子混合液 1 分鐘，再移植於直徑 12cm 陶製栽盆內砂質壤土（60°C/1hr 殺菌），每盆栽 5 株。移植後每盆先澆淋供試菌菌絲懸浮液或菌絲與孢子混合液 50ml，再灌入自來水， 使供試菌能均勻地滲入土內。每隔 5 日調查植株之發育與發病及病徵之發生與變化情形， 罹病株經再分離、 培養與鑑定，以確證病原菌之種別。

經上述調查與接種試驗後， 選定 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* 及 *F. moniliforme*等兩種病原菌進行發病與土壤溫度、含水量及酸鹼度（PH值）之關係研究。 土壤溫度試驗係於各種不同溫度之植物生長箱內進行，光照強度1,000～1,200Lux，每日光期12小時。土壤含水量試驗則以栽盆盛裝 60°C 蒸氣殺菌 1 小時之砂質壤土（最大含水量（WHC）36%），再按重量法分成不同含水量處理後，每日校正土壤含水量 2 次。植株重量則以同齡筍苗20株之平均值每日校正一次。土壤酸鹼度試驗以 1N Hcl 和1N KOH 調整無菌砂質壤土至所需 PH 值。上列盆栽試驗各處理均設 5 重複。土壤含水量及酸鹼度試驗係在溫室（25—31°C）進行。

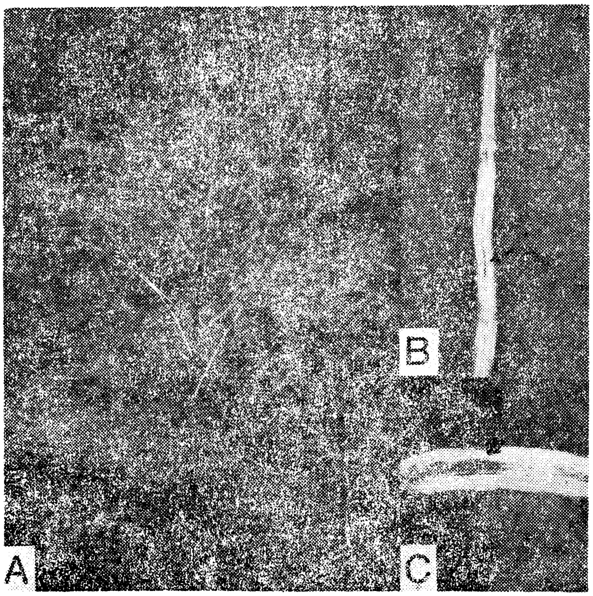


圖 1 蘆筍立枯病病徵。 A. 全株呈現黃化及提早落葉。B. 病株莖部維管束呈褐色。C. 病株根部維管束亦呈褐色變化。

Figure 1. Symptoms of asparagus wilt.

試驗結果

1. 蘆筍根部病害之病原種類及周年發生情形：

田間調查時，凡罹患根部病害之蘆筍株均携回分離及培養可能致病之菌類，經鑑定後再進行接種試驗。綜合本調查結果，本省蘆筍根部病害之病原菌共有 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi*, *F. moniliforme*, *F. solani*, *Rhizoctonia solani* 及 *Pythium* sp. 等 5 種。上述病原菌除可單獨引起病害外，亦往往兩種或兩種以上病原菌共同侵害（表 1）。5 種病原菌中以 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi*之分離率最高，達46%。由該病原菌引起之根部病害應稱爲「立枯病」，其典型病徵如圖 1。

蘆筍根部病害雖周年均有發生，但以 1 月份發生率 1.8%爲最少， 8 月份 5.2%爲最嚴重。民國64年各月份本省蘆筍部病害發生情形，請參閱圖 2 。

2. 蘆筍田土壤種類與根部病害之相關性：

本項目調查係於所調查 11,201處蘆筍田中逢機選取120處土壤分析之結果。供測土壤依美式標準[9]，約可分成 3 種，即：壤土（Loam）、砂壤土（Sandy loam）及壤砂土（Loamy Sand，包括砂土Sand）。各種土壤之年平均發病率爲壤土2.4%， 砂壤土3.6%，壤砂土和砂土5.2%（圖 3 ）。

表 1　臺灣蘆筍根部病害之病原種類

Table 1. Pathogens involved in the root-disease complex of asporagus in Taiwan.

月 份 Month	病 原 菌 Pathogens* (%)					
	1	2	3	4	5	6
March	16	8	20	21	15	20
May	22	17	16	14	12	19
July	12	35	33	0	16	4
October	8	12	25	31	12	12
平 均 Average	15	17	23	17	14	14

* 1………*Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*

2………*Fusarium moniliforme*

3………*Fusarium solani*

4………*Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* in combination with other *Fusarium* spp.

5………*Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* in combination with *Rhizoctonia Solani*

6………*Rhizoctonia solani* and/or *Pythium* sp.

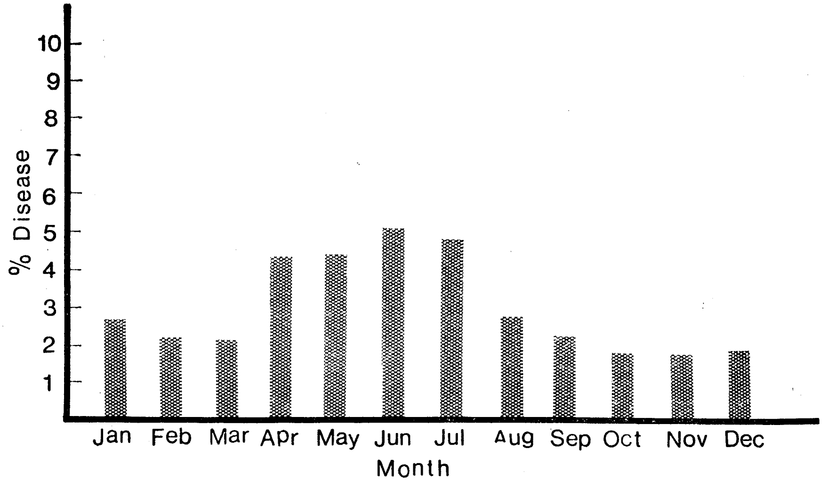


圖 2　臺灣蘆筍根腐病1975年期各月份之發病消長情形

Figure 2. Monthly occurrence of asparagus Root disease complex in 1975.

3. *Fusarium* spp. 與 *Rhizoctonia Solani* 之病原性比較試驗：

在溫室 (25～32°C) 以蘆筍 (UC 711) 苗進行接種試驗結果，發病率 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi*爲 48%, *F. moniliforme* 爲36%, *F. solani* 爲15%, *R. solani* 爲 25%。任意混合 2 種病原菌接種結果，並無明顯的協力效應現象。*F. oxysporum* f. sp. *asparagi*與其他病原菌混合接種之發病率反而比單獨接種者爲低（表 2），其原因爲何，尚待繼續研究。

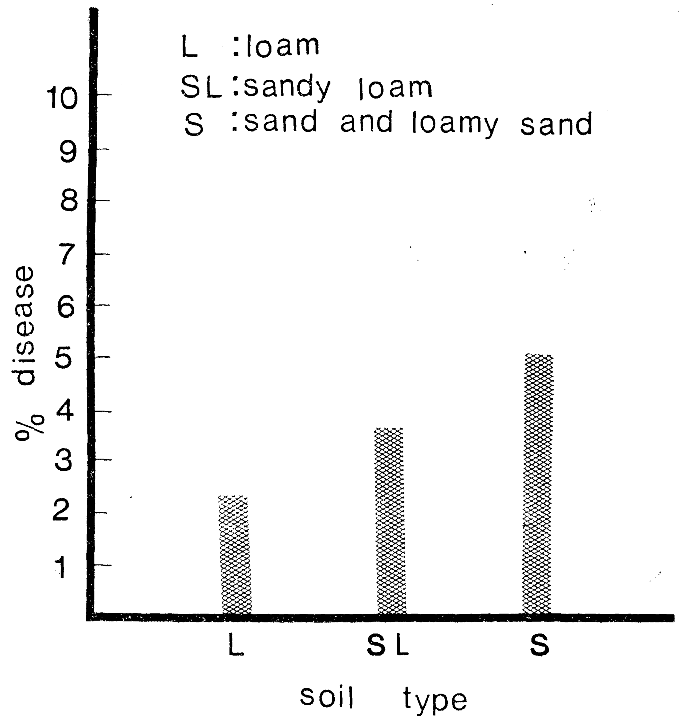


圖3 蘆筍田土壤種類與根腐病害發生之關係

Figure 3. Severity of asparagus root disease complex in relation to soil types.

表2 *Fusarium spp.* 及 *Rhizoctonia solani* 對蘆筍苗之病原性檢定

Table 2. Pathogenicities of *Fusarium* spp. and *Rhizoctonia solani* to asparagus seedlings (UC 711) (25-32°C)

Kind of pathogen and method of inoculation	Disease(%)
Fusarium oxysporum f. sp. *asparagi* alone	48
Fusarium moniliforme alone	36
Fusarium solani alone	15
Rhizoctonia solani alone	25
F. oxysporum f. sp. *asparagi* in combination with *F. moniliforme*	52
F. oxysporum f. sp. *asparagi* in combintaion with *F. solani*	33
F. oxysporum f. sp. *asparagi* in combination with *R. solani*	23
F. moniliforme in combination with *F. solani*	30
F. moniliforme in combination with *R. solani*	38
F. solani in combination with *R . solani*	25

4. 土壤溫度、含水量及酸鹼度等對*Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*和*F. moniliforme*侵染蘆筍苗之影響：

依據本試驗結果，*F. oxysporum* f. sp. *asparagi* 和 *F. moniliforme* 之發病環境條件列

如表3～5。*F. oxysporum* f. sp. *asparagi*之最適發病溫度爲 25°C左右，土壤含水量爲16～21%，土壤酸鹼度爲 pH7左右；而 *F. moniliforme* 之最適發病溫度爲 25°C 左右，土壤含水量爲21～26%，土壤酸鹼度爲 pH6 左右。由此可知前者以中性土壤而後者以偏酸性土壤發病較嚴重。雖然兩者最適發病溫度均爲 25°C 左右；但後者在多濕地區之發病率比前者更爲嚴重。

表3　土壤溫度對 *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* 與 *Fusarium moniliforme* 侵染蘆筍（%）之影響

Table 3. Influence of soil temperature (°C) on the disease incidence (%) of *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* and *F. moniliforme* on asparagus

病原菌 Pathogen	溫度 Temperature (±1°C)					
	10	15	20	25	30	35
F. oxysporum	11.5	20.8	60.3	90.5	69.3	17.8
F. moniliforme	19.8	29.3	59.8	90.3	58.5	14.0

LSD 5%……2.31
LSD 1%……1.71

表4　土壤含水量對 *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*與 *Fusarium moniliforme* 侵染蘆筍（%）之影響

Table 4. Influence of soil moisture (% WHC) on the disease incidence (%) of *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* and *F. moniliforme* on asparagus

病原菌 Pathogen	含水量 Water holding capacity (%)						
	6	11	16	21	26	31	36
F. oxysporum	21.8	40.3	61.3	63.5	42.5	38.0	22.8
F. moniliforme	10.5	27.3	39.5	49.5	57.5	47.5	25.3

LSD 5% ……1.29
LSD 1% ……1.73

表5　土壤酸鹼度對*Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* 與*Fusarium moniliforme* 侵染蘆筍（%）之影響

Table 5. Influence of soil pH on the disease incidence (%) of *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* and *F. moniliforme* on asparagus

病原菌 Pathogen	酸鹼度 pH value					
	4	5	6	7	8	9
F. oxysporum	10	28	28	46	30	10
F. moniliforme	20	35	50	40	15	15

LSD 5%……2.06
LSD 1%……2.74

討論與結論

蘆筍根部病害的眞菌類病原菌有許多種，如*Fusarium* spp. [17], *Rhizoctonia violacea*[4], *Corticium solani*[12], *Sclerotium* sp.[15]及 *Pythium* sp.[21]等。其中對蘆筍田造成衰產及老筍田不宜更新之病原菌以 *Fusarium* spp. 最爲重要[6,10,11,21]。*Fusarium* 屬內有很多種對蘆筍有病原性，如 *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. solani*, *F. roseum*[5]及 *F. moniliforme*[6]等。即使侵害蘆筍之 *F. oxysporum*亦非全部是立枯病原菌（*F. oxysporum* f. sp. *asparagi*）。Graham氏[7,8]曾報導 *F. oxysporum* var. *redolens* 亦會引起蘆筍苗立枯病。依據 Grogan 與 Kimble 兩氏[11]之報告，前者侵害蘆筍後之典型病株莖部維管束變成褐色，乃因病原菌侵入之故，而後者則無此現象。*F. oxysporum* 之致病性分化型（pathogenic form species）會侵害「非寄主植物」（nonsusceptible host）而不產生病斑或產生病斑之事實，已不乏先例[2,3,20]。筆者等認爲分離自蘆筍根部之 *F. oxysporum* 必不僅典型的立枯病菌而已。故分離自病株之 *F. oxysporum*必須經過病原性測定。有些 *F. oxysporum* 雖亦會使根部褐變，或產生疑似萎凋之病徵，但如不使莖部維管束變成紅褐色者，必非*F. oxysporum* f. sp. *asparagi*。

筆者等分離所獲之病原菌包括有*F. oxysporum* f. sp. *asparagi*, *F. moniliforme*, *F. solani*, *R. solani* 及*Pythium*等5種。雖亦分離到 *F. roseum*，但證明並無病原性。Endo 和 Burkholder兩氏[6]報導 *P. martensii*亦會引起根部病害，並爲蘆筍田衰產之另一主要病原菌，但筆者等却未在本省蘆筍田發現。

蘆筍根部病害諸病原菌中，除Endo和Burkholder兩氏[6]報導美國加州南部以 *F. moniliforme* 之分離率最高外，其餘各地均以 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* 之分離率較高，而且分佈亦較廣[5,13,17]。本省蘆筍田亦以 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi*之分離率最高，達全部罹病株之 46%，*F. moniliforme*次之，情形和國外之報導相似。

鑒於 Grogan和 Kimble 兩氏[11]已經試驗證明老筍田不適更新及蘆筍田衰產之主要因素是立枯病菌 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* 所致，本省蘆筍罹根部病害之情形雖尚只1.8～5.2%，但約有半數係肇因於立枯病之事實，顯示立枯病病原菌之分佈已頗普遍，只是該病原菌在田間之殘存族羣密度尚低，不足使蘆筍株全面罹病，造成衰產，惟假以時日，立枯病造成的衰產問題，必將一發而不可收拾。

本研究發現蘆筍根部病害之發生率在壤砂土及砂土爲5.2%，砂壤土爲 3.6%，而壤土僅2.4%。由於蘆筍根部病害中以立枯病所佔之比率最高，而Bakel和Kerstens兩氏[4]亦報告 *Fusarium* spp. 引起之蘆筍病害在砂質土壤比粘質土壤爲重。本項研究之結果，亦可間接證明本省蘆筍田間 *Fusarium* spp. 病原菌之存在爲造成蘆筍根部病害的主要原因。

Graham氏[7,8]報導蘆筍立枯病在氣溫 25～30°C 發生最嚴重。本研究獲相似之結果，發現在25°C 時發病最多，30°C 次之，20°C再次之；*F. moniliforme* 亦以25°C 最適宜發病。*F. oxysporum*引起之蘆筍種子萌前腐敗以土壤含水量較低或較高時最嚴重[8]，但依本研究之結果，移植後之蘆筍苗則恰相反，以適中之濕度最容易發病；*F. oxysporum* f. *sp. asparagi* 以 16～21% WHC, *F. moniliforme*需較高的濕度而以21～31% WHC較適宜。前者之最適發病土壤濕度爲 21%WHC，而後者爲26%WHC，過高（36% WHC）或過低（6% WHC）的土壤濕度均有降低發病的趨勢。一般 *F. oxysporum* 較適宜於略偏酸性的土壤，如*F. oxysporum* f. sp. *line*在PH 4.2較適宜，但在 PH 7.6或8則否[18]。本研究發現 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* 以PH7 最適宜於發病。Wilson 氏[18]認爲土壤 PH 值並不是決定 *F. oxysporum* 分佈與生存之最主要因子。事實上最適宜發病之 PH 值與病原菌分佈及生存最適宜之 PH 值雖有關連，但並沒有絕對的關係，蓋病害之發生爲病原菌與寄主相互關係之建立[14]，除病原菌之量（族羣數目）與質（致病性）應予

考慮外，寄主對病原菌抗性之强弱及寄主之生育狀況亦應爲重要之考慮條件。*F. moniliforme* 之發病最適 pH 值與 *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* 不同，似略偏酸性而爲 PH6。上述土壤溫度、濕度及pH值均係針對「發病條件」而言，至於「病原菌在土壤內之分佈及殘存所需之條件」，尙待繼續研究。

參 考 文 獻

1. Agricultural Research Service. 1972. Revised. Commercial growing of asparagus. USDA Farmer's Bull. No. 2232. 22p.
2. Armstrong, G. M., and J. K. Armstrong. 1948. Nonsusceptible hosts as carriers of wilt Fusaria. Phytopathology 38 : 808-826.
3. Armstrong, G. M., and J. K. Armstrong. 1969. Relationships of *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii*, *asparagi*, *cassiae*, *melongenae*, and *vasinfectum* race 3 as revealed by pathogenicity for common hosts. Phytopathology 59 : 1256-1260.
4. Barker, B. T. P., and C. T. Gimingham. 1916. Experiments on the treatment of *Rhizoctonia* disease of asparagus. Univ. Bristol, Ann. Rpt. Agr. and Hort. Res. Sta. 1916, pp. 39-40 ; J. Bath and West and South Counties Soc., 5 ser. 11 : 165-167.
5. Broeck, H. van Den, and C. van Assche. 1966. Pathogeniteit van *Fusarium* species voor *Asparagus officialis*. Meded. Rijksafc. Landbouwwentenschappen Gent. 31 : 915-924.
6. Endo, R. M., and E. C. Burkholder. 1971. The association of *Fusarium moniliforme* with the crown rot complex of asparagus. Phytopathology 61 : 891.
7. Graham, K. M. 1952. A fusarial disease of seedling asparagus in Ontario. Phytopathology 42 : 9.
8. Graham, K. M. 1955. Seedling blight, a fusarial disease of asparagus. Canad. J. Bot. 33 : 374-400.
9. Griffin, D. M. 1972. Ecology of soil fungi . Syracus Univ. Press. Syracus. 193pp.
10. Grogan, R. G., and K. A. Kimble. 1954. Fusarium wilt, a major factor in the decline and replant problem of asparagus in California. Phytopathology 44 : 490.
11. Grogan, R. G., and K. A. Kimble. 1959. The association of *Fusrium* wilt with the asparagus decline and replant problem in California. Phytopathology 49 : 122-125.
12. Houston, B. R. 1945. Culture types and pathogenicity of isolates of *Corticium solani*. Phytopathology 35 : 371-393.
13. Marras, F., and 0. Servazii. 1970. Sulle fusariosi dell'asparafo (*Asparagus officialis* L.) Studi Sassaresi, III, 18 : 211-227.
14. Roberts, D. A., and C. W. Boothroyd. 1972. Fundamentals of plant pathology. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 402pp.
15. Suzui, T., and H. Abumiya. 1963. On the root-rot disease of asparagus caused by *Sclerotium* sp. Hokkaido Nat. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 82 : 60-71.
16. Thuesen, A. 1961. Asparagus-work at Spangsbjerg. p. 41-45. *In* Report of the 3rd Meeting of International Working Group for Asparagus Breeding.
17. Van Bakel, J. M. M., and J. J. A. Kerstens. 1970. Foot rot in asparagus caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*. Neth. J. Plant Path. 76 : 320-325.
18. Wilson, I. M. 1946. Observations on wilt disease of flax. Brit. Mycol. Soc. Trans. 29 : 221-231.
19. 洪立 1974 臺灣蘆筍衰產及更新之問題 中國園藝 20 : 63—70。
20. 杜金池 程永雄 張義璋 1977 田間亞麻萎凋病鐮刀菌與水稻之相互關係研究 中華農業研究 26 : 64—71。
21. 吳福壽 杜自彊 曾寶鑫 1974 綠蘆筍病害調查及莖枯病防治試驗 農業研究 23 : 204—211。

STUDIES ON FUSARIAL WILT AND ROOT DISEASE COMPLEXES OF ASPARAGUS IN TAIWAN

by

C. C. Tu and K. F. Chang

Summary

A survey on fusarial wilt and other root diseases of asparagus was carried out from 11,201 fields located at 4 different asparagus growing prefectures in Taiwan in 1975. It was found that annual average of wilt and root diseases reached as high as 1.8-5.2%. Among diseased plants fourty six percent were proved to be incited by *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*, 17% by *F. moniliforme*, and the rest of them by *F. solani*, *Rhizoctonia solani* and *Pythium* sp. The soil type of asparagus field was proved to be closely related to the severity of root diseases; those of loam soil showed 2.4% of disease, sandy loam 3.6%, but loamy sand and sand 5.2%.

Although the optimum soil temperatures for disease incidence of both *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* and *F. moniliforme* were at 25°C, the former was more prevalent if soil water holding capacity was at 21% with soil pH at 7, and the latter was more favorable at 26 % of water holding capacity with a soil pH around 6.

黃帶黑翅蕈蠅生態觀察及防治試驗[1]

林珪瑞　倪秋華　柴大巍[2]

摘　要：黑翅蕈蠅爲目前本省洋菇之重要害蟲，而以黃帶黑翅蕈蠅發生極爲普遍，被害菇床嚴重者之產量減損幾達3／4。近年來就其生態觀察及防治試驗，摘要簡述於下：

一、黃帶黑翅蕈蠅（*Bradysia tritici* Coquillett）屬黑翅蕈蠅科（Sciaridae），成蟲體長約2.6mm，黑褐色，胸側具淡黃色縱帶。具趨光，但在黑暗菇舍中照常能活動，飛翔時動作頗緩慢，棲息靜止時甚遲鈍，爬行動作稍敏捷，靜止或爬行時雙翅張開。通常在菇床邊緣堆肥及床底下棲息，亦有棲息在菇床支柱及菇床表面，且時常爬至洋菇上。雌蟲壽命爲1～5天，平均3.14天。

二、觀察1,091隻成蟲羽化時刻以8：30前爲最多，約佔65%，其後每1小時之羽化比率爲8：30～9：30 11.2%，9：30～10：30 11.9%，10：30～11：30 4.9%，11：30～12：30 3.3%，12：30～13：30 2.9%，13：30～14：30 1.0%，14：30～15：30 1.1%，15：30～16：30 0，16：30～17：30 0.2%.

三、成蟲羽化後不久就能交尾，交尾時刻以早晨較多，交尾時間自2.5～8.5分鐘，平均4分鐘。雌蟲交尾當日或經1～2天就能產卵，每1雌蟲於交尾後可分數次產卵，產卵數因季節稍有不同，自55～195粒不等，平均132粒。卵呈橢圓形，乳白色，長0.2～0.8 mm，平均0.25 mm，如念珠狀排例，或數粒至數十粒堆在一起，孵化前近中央處可見有黑點，即爲幼蟲之頭殼。在20.5°C時經4～7天孵化，平均5.2天。卵之孵化率爲95%左右。

四、幼蟲乳白色，光亮、半透明。頭殼黑色，頗大，大顎甚發達。體軀12節，在第2齡以後可見體內黃褐色或褐色內臟。幼蟲脫皮4次，每次脫皮後頭殼爲無色透明，約經半小時後變爲灰色，稍後轉變爲黑褐色至黑色。幼蟲在食料不足時或蟲體擁擠時有自相殘殺行爲。幼蟲第1～4齡體長爲0.5～0.7，1.5～2.5，1.8～3.7，2.5～5.8mm，在20°C各齡所需發育時間爲2～(2.9)～8，2～(4.2)～7，2～(4.3)～6及5～(7.4)～10天，老熟幼蟲常能吐出少量絲絹，織成極簡陋蛹室。

五、化蛹前蟲將體內雜物排出，身體稍縮短而停止活動，然後脫皮化蛹。蛹爲被蛹（Obtect pupa），乳白半透明，時常或於受擾動時腹部末端能迅速打轉。羽化前漸變淡黃，複眼亦由淡褐色變爲黑色，前翅、觸角及脚均漸次變爲黑色，體色加深後即羽化。雄蛹腹部末端具有一對彎曲握器（Clasper）可與雌蛹分別，雄蛹長1.8～（2.1）～2.5 mm，雌蛹長2.3～（2.5）～3.3 mm，蛹期2～（3.5）～5天。

六、黑翅蕈蠅生活受溫度影響頗爲明顯，其發育時間隨溫度升高而縮短，年約發生14世代，在平均20.5°C以洋菇飼育觀察一世代需28天。

七、成蟲在野外較低溫而略潮濕之樹蔭處活動，幼蟲以植物質朽木屑及腐爛落葉之腐植質爲食料，在菇舍中則以洋菇菌絲、小菇蕾、菇體、堆肥爲食料，菇床中菌絲及小菇蕾受害，出菇數量即銳減。且能爲害鮑魚菇（*Pleurotus cystidiosus* Miller），高溫菇（*Agaricus bitovquis*）及木耳類（*Auricularia* spp.）等其他栽培菇類。

八、成蟲天敵有粘質沙雷氏菌（*Serratia marcescens* Bizio），在4月份以後較高溫時寄生，及 *Entomophthora* sp. 在濕度較高之菇舍中寄生。幼蟲天敵除粘質沙雷氏菌在4～6月間寄生外，尚有寄生性之開顎蜂（*Asobara* sp., *Aspilata* sp., 及 *Synaldis* sp., *Alysia* sp.），釉瘿蜂

本文第一作者獲中正科學技術研究講座補助。研究經費承臺灣區洋菇試驗研究基金補助（計畫編號：62/63—MRF—PP—116甲2，63/64—MRF—PP—130乙1）。文成後承徐世傑博士及陶家駒先生詳加校閱及斧正，謹此致謝。

1.臺灣省農業試驗所研究報告農試字第八一三號。

2.臺灣省農業試驗所薦任技士兼應用動物系昆蟲分類研究股股長及研究助理。

(*Trybliographa* sp., *Pseudiranchis* sp. *Pseudeucoila* sp.) 及黑小蜂 (*Spalangia nigra* Latreilla)，並發現有捕食幼蟲之圍眼蠅 (*Colpodia* sp.) 及蟎類 4 種，即褐蟎、溝蟎、尖蟎及彎脚蟎，此類捕食蟎在 4 月以後高溫時對幼蟲之抑制能力甚强。其他尚有閻魔蟲、蚜蟲 、隱翅蟲等能捕食幼蟲。

九、黑翅蕈蠅爲害菇類均爲幼蟲期，因其潛藏在栽培材料中，故防治較爲困難。以 DDVP 50% EC 0.5 ml/M³使用藥量燻殺成蟲，效果甚佳，方法簡便。另以藥膜法 (Residue film) 測定 Diazinon 60% EC 稀釋 60 倍預防成蟲，藥膜效果可達25天，Malathion 50% EC稀釋50倍可達 36天，Sumithion 50% EC 50 倍達 50 天，Sevin 50% WP, MIPC 50% WP, 及 Meobal 50% WP 各 50 倍稀釋液均達 50 天，Dursban 40.8% EC 40 倍及 Baythion 50% EC 50 倍均達 73 天以上，而以 Dimethoate, Azodrin, Monocron, Gardona, Nankor, Fenthion, Dipterex 及 Padan之藥膜觸殺效果最差。

十、以 8 種藥劑稀釋液進行第 4 齡幼蟲毒殺試驗，結果發現 Gardona, Dipterex 及 Monocron 均無效果。Nankor 效果極差。Malathion (0.025%有效成分)，DDVP (0.025 及 0.05 %有效成分) 及 Safrocide 4-40% 之 1,000 倍稀釋液雖可達95%以上毒殺效果，但由於濃度過高恐有礙菌絲生育或菇體殘毒問題，故未便於菇床上使用。

前　言

臺灣洋菇(*Agricus brunnescens*)栽培，在較簡陋普通稻草菇舍時期，產量及品質始終無法提高，後經推廣使用塑膠菇舍，不但栽培環境改善，並將堆肥加溫進行後醱酵，即能充分改善堆肥品質，且可抑制初期菇床雜菌及害蟲之發生，因而產量提高將近 3 倍。但在目前塑膠菇舍中普遍發生黑翅蕈蠅爲害，幼蟲潛藏堆肥及覆土爲害菌絲及栽培材料，甚且爲害小菇蕾及菇體，發生嚴重時菇床出菇量銳減，影響產量至鉅。除洋菇外，尚爲害高溫菇 (*Agricus bitorquis*)，鮑魚菇 (*Pleurotus cystidiosus* Miller) 及木耳類 (*Auricularia* spp.) 。

黑翅蕈蠅科 (Sciaridae) 昆蟲在過去稻草菇舍中發現有 6 種，其中以黃帶黑翅蕈蠅 (*Bradysia tritici* (Coquillett)) 爲主要 [1,9]，但爲害並不明顯。以目前塑膠菇舍中則由於堆肥經醱酵後，所發生之昆蟲相變爲更單純，黃帶黑翅蕈蠅則於堆肥後醱酵後 ，再度侵入菇舍繁殖爲害 ，由於菇舍中蟲相受後醱酵影響改變爲簡單而缺乏有力天敵抑制，且成蟲具有在蔭暗處所生活之習性，故能猖獗爲害。

爲探明黃帶黑翅蕈蠅之猖獗因子及採取防治措施 ，經於 1973～1975 年進行其生態習性之調查觀察，及在室內舉行藥劑防治試驗，爰就所得結果整理報告，俾供防治之參考依據。

材料與方法

一、生活習性觀察：

(一) 生活史：於洋菇栽培時期在菇舍中採取被爲害之小菇蕾，攜回室內在 6×13 cm玻璃培養皿中，皿口覆蓋尼龍紗布，並以兩條橡皮圈束緊。俟成蟲羽化後，以吸蟲管吸取成蟲，並將雌雄配對，分別放入 13.5×6 cm 玻璃筒中，玻璃筒兩端以尼龍紗布罩蓋，用橡皮圈束緊，放置室內，俟交尾後，將此玻璃筒一端之尼龍紗布除去，立罩於放置含濕濾紙之 8 cm 培養皿內，任其雌蟲產卵，將同一天所產在濾紙上之卵粒，以小毛筆在雙管立體顯微鏡 (Binocular steroscopic microscope) 下挑選放置另外培養皿中之濾紙上，觀察卵之孵化所需時間及孵化率。

幼蟲生活之觀察，以新鮮洋菇或鮑魚菇菇體切成 1～2 mm 薄片，放置於 8c m 培養皿內之濾紙上，然後將卵粒收集在小片濾紙上，放在鮮菇薄片上，蓋妥培養皿，放置在室內，逐日觀察幼蟲之孵化情形，並以小毛筆挑出不同齡期之幼蟲，分別放在不同培養皿中飼養，以觀察各齡期之形態、幼蟲脫皮、次數及各齡期生長時間之長短及化蛹前之準備等，並測量各齡期幼蟲頭殼之大小，每天更換新

鮮菇片，供作食料，直至幼蟲化蛹。在飼養幼蟲時培養皿中之濾紙略加清水，以保持飼養環境之濕度。蛹之觀察，亦將蛹另外放置培養皿中之濾紙上，觀察蛹之動作，蛹之形態、羽化前蛹色之變化及蛹期，並將雌雄蛹配對放在 8 cm 培養皿中之濾紙上，以 13.5×6 cm 玻璃筒罩上，其上端用尼龍紗布以橡皮圈束緊，並在玻璃筒鈎掛一小塊吸水泡沫塑膠塊，以供羽化後成蟲吸食，觀察成蟲之壽命，以及各雌蟲之產卵數量。

（二）溫度與食料對幼蟲發育之關係：於地下室以吸管吸取用洋菇柄在養蟲籠(85×36×36 cm)中飼養之成蟲，放入一端以尼龍紗布束緊之玻璃筒（20×9cm)，每筒約放入 60 隻，然後立置於玻璃皿加濕濾紙上，任其產卵，翌日取出濾紙，於雙管鏡下以小毛筆挑選放於小濾紙片(約 2×1cm)，另備經高壓殺菌之稻草堆肥及新鮮洋菇切成薄片，分別放入 6×12 cm 玻璃培養皿，放鮮菇片者下墊濾紙；將帶卵小濾紙片放置於堆肥及菇片上，分別置於室內及 30°C 定溫箱飼養，逐日檢查並視堆肥乾燥程度而行噴水，記錄各成蟲之羽化起迄日期及數量。

（三）周年發生世代之觀察：將成蟲約 80～100 隻放入一端以尼龍紗布緊蓋之玻璃筒(20×9 cm)內，直置於 9 cm 培養皿中加濕之濾紙上，任其產卵，於翌日將玻璃筒移去，在雙管顯微鏡下以小毛筆挑選卵粒放於濾紙片上。另將裝入 PE 塑膠袋（25×18 cm)，在高壓殺菌鍋中經 120°C 殺菌 30 分鐘後之冷却堆肥，裝入 6×12 cm 玻璃培養皿，將小濾紙片之卵放置在堆肥上，皿口覆蓋尼龍紗布，再以橡皮圈束緊，每次觀察兩培養皿。其後逐日觀察成蟲之羽化，並視堆肥之乾燥程度而略行噴水。自成蟲羽化時，採集成蟲放置玻璃筒中，供其交尾產卵，再以相同方法飼養以後各世代，於每一世代成蟲羽化完畢計算成蟲羽化始迄日期，成蟲羽化最多日期及羽化總數，以明瞭其每世代之所需天數，並記錄計算室內溫度。

（四）天敵之調查觀察：在室內以堆肥、洋菇及鮑魚菇片飼養幼蟲時，隨時注意幼蟲之天敵，另在地下室養蟲籠中以堆肥及菇柄大量繁殖成蟲時，經常檢查其捕食性及寄生性天敵，並分別採集在試管中飼養觀察捕食習性。在菇舍中隨時調查成蟲及幼蟲天敵之發生，捕食蟎以 Liquid Faure 製成玻片標本，供研究記錄及照片之用。

二、藥劑防治試驗：

（一）成蟲燻殺試驗：本試驗所用 DDVP 50% EC 為興農化工股份有限公司出品，在正式燻殺試驗之前，先測定單位使用藥量，分為 0.125，0.25，0.50及 1.0 ml/M^3 之使用藥量後，發現在燻蒸 3 小時之時間內能達到百分之百理想燻殺效果者為 0.5 及1.0 ml/M^3 之使用藥量後，即以 0.5ml/M^3 之用藥量在室內進行正式燻殺成蟲試驗。試驗之前先在地下室，以稻草堆肥及洋菇柄在養蟲籠內大量飼養繁殖成蟲，燻殺試驗前一天之下午，將翌日供試之養蟲籠中之成蟲全部以吸管吸捕，以求試驗當日成蟲之壽命較為相近。並準備 1 m^3 立木框塑膠罩二個，罩之一邊開一門，燻殺前先墊有白色塑膠布，並在罩內牽掛一橫鐵線，以濕紗布（100×40 cm)掛在鐵線上，以求增加罩中濕度。然後以吸管吸捕養蟲籠中之成蟲，每吸管吸捕 25 隻，共 8 支吸管，再以細鐵線一端紮一小棉團，一端做成鈎狀，以 1 ml 之注射筒吸取 DDVP 0.5 ml ，滴在小棉團中，即掛在塑膠罩內之橫鐵線上，將吸管中之成蟲放入罩內，燻殺處理罩中放入 4 吸管之成蟲，共 100 隻，另設一相同塑膠罩而無藥處理，供作對照，並在塑膠罩外掛一最高最低溫度計，記錄燻殺試驗當時之溫度。在燻殺試驗時，每隔數分鐘，用手打動塑膠布，使罩內空氣略為振動，以求藥劑氣體較為平均。經燻蒸 3 小時後，除去塑膠罩後，計算燻殺處理及對照組之成蟲死亡數。此項燻殺，經在不同溫度 （12～14°，14.5～17°，18～19°，20～22°，22.5～24°及25～25.5°C），進行重複試驗56次。

（二）成蟲藥劑觸殺試驗：本試驗所使用藥劑如下：

藥　　劑	别　　名	中　名	有機成分 名　　稱	含量 (%)
Baythion EC	Phoxim Valexan	巴賽松	0, 0-Diethyl-phosphorothioate-0-ester of Phenyl-glyoxylicnitrile-oxime	50.0
Dursban EC		陶斯松	0, 0-Diethyl-0-3, 5, 6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate	40.8
Sumithion EC	Folithion Fenitrothion Accothion Nuvanol	撲滅松	0, 0-Dimethyl-0-(4-nitro-m-toly) phosphorothioate	50.0
Malathion EC	Mercaptothion Carbofos Cythion Karbofos Kypfos Malaspray Malamar	馬拉松	S-(1, 2-Dicarboethoxylethyl)-0, 0-dimethyl-phosphorodithioate or 0, 0-Dimethyl-S-(1, 2-Dicarboethoxythyl) phosphorodithioate	50.0
Diazinon EC	Basudin Exodin Diazide Dazzel Gardentox Spectracide	大利松 大利農	0, 0-Diethyl-0-(2-isopropyl-6-methyl-4-pyrimidinyl) phosphorothioate	60.0
Dimethoate EC	Rogor Roxion Perfekthion Daphene De-Fend Trimethion Cygon	大滅松 大滅速	0, 0-Dimethyl-S-(N-methylcarbamoyl)-methyl phosphorodithioate	50.0
Azodrin S	Nuvacron	亞素靈 愛速靈	Dimethyl phosphate of 3-Hydroxy-N-methyl-cis-crotonamide	60.0
Alfacron EC	Monocron	阿發松	0, 0-Dimethyl-0-2, 5-dichloro-4-iodophenylthiophosphate	20.0
Gardona WP	Rabon	樂本松	2-Chloro-1-(2, 4, 5)-trichlorophenylvinyl dimethylphosphate	75.0
Nankor EC	Ronnel Etrolent Fenchlorfos Korlan Trolene Viozene	乃可 樂乃松	0, 0-Dimethyl-0-(2, 4, 5-trichlorophenyl) phosphorothioate	44.0
Fenthion EC	Lebaycid Baytex Tiguvon Qusletox Entex	芬殺松 力拔山	0,0-Dimethyl-0-(4-methylmercapto-3-methyl) -phosphorothioate	50.0
Dipterex SP	Trichlorofon	地特松 蠅敵死 三氯松 三氯仿	0, 0-Dimethyl-1-hydroxy-2, 2, 2-trichloroethyl phosphonate	80.0
Baygon EC	Under Arprocarb Blattanex Suncide Propoxur	拜貢	2-Isopropoxyphenyl-N-methylcarbamate	20.0

Sevin WP	Carbaryl NAC Denapon	賽文 加保利	1-Naphthyl-N-methylcarbamate	50.0 85.0
MIPC WP	Mipcide Mipcin	滅必蝨	2-Isopropylphenyl-N-methylcarbamate	50.0
Meobal WP		滅爾蝨 滅蝨寶	3, 4-Dimethylphenyl-N-methylcarbamate	50.0
MTMC WP	Tsumacide	治滅蝨 治米蝨	m-Tolyl-N-methylcarbamate	50.0
CPMC WP	Hopcide	蝨必殺 效果蝨	0-Chlorophenyl-N-methylcarbamate	50.0
Padan SP	Cartap	培丹	1, 3-Bis-(carbamoylthio)-2-(N. N-dimethyl-amino)-propane Hydrochloride	50.0

將以上各種藥劑分別稀釋如表 9 之倍數，用玻璃筒浸藥乾膜法（Residue film）以測定各藥劑對黑翅蕈蠅成蟲觸殺有效時限，每藥劑各處理 6 玻璃筒，蔭乾後均放置於塑膠盆內。黑翅蕈蠅成蟲係在地下室用堆肥或菇柄在養蟲籠大量飼養者。進行觸殺試驗時，先計算各種藥膜所經時間，然後取出試驗之有藥膜玻璃筒，上端用尼龍紗布覆蓋並以橡皮圈束緊，另準備 2 個無藥處理玻璃筒，供作對照用。用吸管至養蟲籠中吸捕成蟲，每吸管吸捕 30 隻，各種藥劑處理及對照每玻璃筒中放入 30 隻，將玻璃筒立罩在 8 cm 培養皿中之濾紙上，記錄放蟲時間，觀察成蟲與玻璃筒內藥膜接觸至 3 小時，並記錄當時溫度，計算成蟲之死亡數，並將 6 玻璃筒之死亡數合計平均爲該藥劑觸殺死亡率。

（三）幼蟲藥劑毒殺試驗：本項在探測黑翅蕈蠅幼蟲對藥劑忍受反應，選擇 Gardona 75% WP Dipterex 80% SP, Monocron 20% EC, Nankor 44% EC，Malathion 50% EC, Sumithion 50% EC, DDVP 50% EC 及 Safrocide 4-40% EC 爲供試藥劑，各種藥劑稀釋倍數如表 11，黑翅蕈蠅幼蟲係用菇柄在 6×12 cm 玻璃培養皿中飼育至第 4 齡，試驗用 8 cm 培養皿，皿內放入 2 號安積濾紙一張。以小鑷子自培養皿內菇柄中挑選幼蟲放入供試培養皿之濾紙上，每培養皿30隻幼蟲，每種藥劑各種稀釋濃度 4 培養皿，爲 4 次重複，然後將各種藥劑稀釋液以 1 ml 之注射筒吸取藥液，每培養皿中之濾紙各滴入 0.6 ml，將培養皿蓋妥，記錄時間，觀察檢查各處理幼蟲之昏迷，於 24 及 48 小時檢查幼蟲之死亡數量，計算各處理之平均死亡率。

結　　果

黃帶黑翅蕈蠅之學名 *Bradysia tritici* (Coquillett)

Sciara tritici Coquillett, 1895, Insect Life 7(5):408.

Sciara ocellaris Osten-Sacken Comstock, 1882, in Riley, Report Comm. Agric. 1881 and 1882:203.

Sciara ocellaris Comstock, Johannsen, 1912, Bull. Maine Agric. Exp. Sta. 200:38.

Sciara garretti Shaw, 1952, Proc. Haw. Ent. Soc. 14:494.

Sciara johannseni Shaw (nec *johannseni* Enderlein, 1912), 1952, Proc. Haw. Ent. Soc. *Sciara lafooni* Shaw, 1952, Proc. Haw . Ent. Soc. 14:494.

分佈甚廣，南、北美洲、歐洲、夏威夷、密克羅內西亞及臺灣（臺灣爲新記錄）。

一、形態：

（一）成蟲：雄蟲體長 1.7～2.0 mm，雌蟲 2.5～2.6 mm，翅長約 2.0 mm。蟲體軀暗褐色

，頭部黑色，觸角第一節淡褐色，其他各節略帶暗褐。複眼黑色，口器淡褐，中胸背板及其兩側區具有隱約淡褐縱斑，中胸腹側上半部及脚部淡黃褐，形成淡色縱斑，故稱爲黃帶黑翅蕈蠅，脚部腿節基部下面褐色，翅略帶暗褐色，翅脈褐色，腹部暗褐色。

雄蟲複眼具顯著細毛，長度較各小眼寬度爲長，複眼橋（兩複眼上端相接連處）通常由3小眼組成，中單眼毛頗長。觸角柄節着生細毛，但顯較梗節上者粗大。第4鞭節長約寬度之1.6～2.0倍，着生各鞭節細毛約爲鞭節寬度 0.5倍。前面部有2粗長及12～18中等剛毛。上唇着生1剛毛。小顎鬚3節，第1節稍粗，背面中間 $\frac{2}{3}$ 處有一感覺窩及2或3剛毛；第2節具有5～7剛毛；第3節長度約與第1節相等，但顯較細小。胸背隆起而略長，小楯板後緣着生成列長而粗之剛毛。前胸光滑，前下後方着生剛毛1枚及3枚中剛毛。前胸側板疏生5～7枚剛毛。前胸腹板略大，近三角形。中胸腹板後端正常，1.25倍長於寬度。脚部基節、腿節、脛節及跗節之長度比例，前足爲 21:23:13:6 ，後脚爲 29:36:15:6。前、中脚脛節所生剛毛頗相似，後脛節末端背面沿中間 $\frac{1}{2}$ 處生有較粗剛毛，其長度與脛節寬度相等。前脛節末端剛毛刷1列，有4～6枚。後脛節末端具有8枚不同剛毛；端距長度顯大於脛節直徑。翅（圖1）透明，前緣脈及徑脈着生小毛，翅緣毛顯著。腹部背板剛毛較小楯板者稍短，腹板剛毛與背板者相似；第8腹板後方着生一列剛毛，第9背板後側角向後突出，第10背板成雙片狀。雄生殖節甚大，握器具有5粗短刺，末端1枚，近末端處2枚及端部內側近中段2枚。

雌蟲與雄蟲相，一般體形略大，尾鋏片兩節。

（二）卵：呈長橢圓形，乳白色，長 0.2～0.8 mm，平均 0.25 mm。

（三）幼蟲：乳白色光亮半透明。頭殼黑色頗大，大顋暗褐色甚發達。體軀 12 節。經脫皮4次，每次脫皮後頭殼爲無色透明狀，約經半小時後變爲灰色，稍後變爲黑褐色至黑色。

第一齡幼蟲：初孵化幼蟲體軀極細小，體長約 0.5～0.7×0.07～0.08 mm，頭殼淡褐色，頭殼寬度見表1。在室內玻璃皿中以洋菇切片飼養時，此齡幼蟲多在洋菇片表面取食，以肉眼觀之，僅可見許多蠕動的小黑點。

第2齡幼蟲：體軀大小爲 1.3～2.0×0.15～0.25 mm，體軀內部可見淡黃色腸道，頭殼褐色。

第3齡幼蟲：體軀爲 1.8～3.7×0.3～0.4 mm，此齡幼蟲取食量大增，可見明顯體軀內部黃褐色腸道，頭殼以肉眼觀之爲光亮黑色，在顯微鏡下則呈黑褐色。

第4齡幼蟲：體軀肥大，2.5～6.0×0.4～0.8 mm，體軀內部顯現出許多脂肪體，腸道粗，且呈顯褐色，頭殼黑色光亮。此齡後期在第1胸節背面可見2小黑點，以後黑點逐漸擴大，且漸分開，並各呈近三角形，此時幼蟲開始尋找化蛹處所，不再爬行或取食，吐出少量絲絹，織成極簡陋蛹室。幼蟲在化蛹前具有一短暫（不超過1天）之前蛹期（Prepupal stage）體軀縮短，體內雜物排盡，頭部向第一胸節內縮，口器向下（不似取食時期頭部向前平伸，且隨身體蠕動爬行前後伸縮），其三胸節透明，分節明顯，寬度稍小於腹部，與白色光亮而肥胖之腹節極易分辨，因此期時間短暫，故歸入第4齡期計算，然後在胸背縱裂脫皮化蛹。

表 1. 黑翅蕈蠅幼蟲各齡期頭殼寬度之測量

蟲齡	測量蟲數	頭殼平均寬度（μ）
I	50	78.8
II	50	114.1
III	50	179.2
IV	50	272.8

（四）蛹：爲無關節大顎被蛹（Obted adecticous type），化蛹之初，體白色半透明，後轉變

爲乳白色，羽化前體呈褐色。雄蛹腹部末端具有一對明顯彎曲握器（Clasper）可與雌蛹分別。據測量 50 隻雄蛹長 1.8～(2.1)～2.5mm，雌蛹長 2.3～(2.5)～3.3 mm。

二、生活習性：

（一）成蟲：具有趨光性，在黑暗菇舍中亦能生活如常。飛翔動作頗緩慢，棲息靜止時甚遲鈍，爬行動作稍敏捷；靜止或爬行時兩翅重疊或振動。通常在菇床邊緣堆肥及菇床下掛垂之堆肥棲息，亦有棲息在菇床支柱及菇床表面，時常爬至洋菇體上。

成蟲在野外於溫度較低而濕度高之環境活動，往往在避陽之屋背蔭冷之水溝邊及較濕之林蔭下活動，在洋菇栽培時於堆肥後醱酵後，成蟲自菇舍之縫隙、門縫、通風窗之孔目過粗之紗網潛入。

（二）羽化時刻及交尾：依據在室內飼養觀察，成蟲羽化時刻(表2)，發現在早晨 8:30 以前羽化者佔 63.5 %，午前羽化者佔約 30 %，午後羽化者僅佔約 5 %。成蟲羽化後不久即能交尾。交尾時雌蟲較不活動，時常短距離爬行，雙翅重疊，雄蟲則振動兩翅追逐或在雌蟲周圍迅速爬行，然後爬至雌蟲背上，以腹末之握器由雌蟲之腹部下面伸至腹末握住即行交尾，然後雄蟲自側面爬下，與雌蟲方面相反靜立，據室內觀察 26 對成蟲交尾時間，最短爲 2 分 18 秒，最長達 8 分 30 秒鐘，平均約爲 4 分鐘。

表 2. 黑翅蕈蠅成蟲日間羽化時刻之觀察

	8：30 前	8：30 ～ 9：30	9：30 ～ 10：30	10：30 ～ 11：30	11：30 ～ 12：30	12：30 ～ 13：30	13：30 ～ 14：30	14：30 ～ 15：30	15：30 ～ 16：30	16：30 ～ 17：30	合 計
羽 化 數	693	122	130	53	36	32	11	12	0	2	1,091
所佔百分比	63.5	11.2	11.9	4.9	3.3	2.9	1.0	1.1	0	0.2	

（三）成蟲性比率及壽命：就室內不同時期以洋菇飼養所得成蟲計算其雌性所佔比率，發現此蟲在洋菇栽培低溫時期所羽化之成蟲，雌蟲均較雄蟲爲多，尤以2、3月間雌蟲佔多數（表3）。

表 3. 黑翅蕈蠅成蟲之性比率觀察

羽化時期	飼料種類	飼養處所	羽 化 雌 蟲	羽 化 雄 蟲	雌 蟲 所 佔 比 率
12 月	洋 菇	30°C定溫箱	52	52	50.0
1	洋 菇	室 溫	153	110	58.2
2	洋 菇	室 溫	199	91	68.6
2	洋 菇	室 溫	97	36	72.9
3	洋 菇	室 溫	85	25	77.2
4	洋 菇	室 溫	69	121	36.3
5	堆 肥	地 下 室	487	737	39.7

成蟲壽命在室內以玻璃筒（15×7cm）飼育觀察，在配對交尾之雌蟲之壽命最短爲 1 天，最長達 5 天，平均 3.14 天；雄蟲最短爲 2 天，最長達 7 天，平均 4.67 天。而未經配對交尾之成蟲壽命，雌蟲最短 2 天，最長 5 天，平均 3.17 天；雄蟲最短 2 天，最長 6 天，平均 4.0 天。但成蟲一般壽命在低溫高濕時較高溫低濕時爲長。

（四）雌蟲之產卵：據飼養觀察得知，雌蟲於交尾後當日或經 1 ～ 2 日就能產卵。每一雌蟲分數次產卵，但產卵數量似是受季節之影響（表 4），在低溫時之 1 月間產卵總數最少僅 38 粒，最多 138

表 4. 黑翅蕈蠅雌蟲不同時期產卵數量之觀察

虫　號	一月份產卵粒數	三月份產卵粒數
1	123	128
2	87	113
3	38	130
4	91	178
5	135	73
6	91	173
7	115	120
8	48	70
9	76	55
10	138	182
11	54	130
12	21	120
13	47	113
14	38	195
15	132	175
16	116	160
17	56	—
合　計	1,406	2,115
平　均	82.7	132.2

粒，平均 82.7 粒；而在 3 月間溫度逐漸升高時，每一雌蟲產卵數最少 55 粒，最多達 195 粒，平均為 132.2 粒。在菇舍中雌蟲產卵時先選擇適宜處所，通常產卵在菇床覆土縫隙及床緣之堆肥，常有雌蟲爬上菇體，產卵在菌環或菇柄上，產卵並無過於集中現象，卵如念珠狀排列，數粒或十數粒堆在一起，但以分散者較多。

（五）卵之孵化：卵內部在孵化前近中央處漸漸顯現黑點，此即為幼蟲之頭殼，隨後幼蟲咬破卵殼而出。在觀察 893 粒之孵化情形，其中即有 842 粒孵化為幼蟲，其孵化率達 94.3%。

（六）幼蟲：幼蟲自孵化後即能以其甚發達之大顎取食，由於其口器之構造特化，可知幼蟲在取食時具有極大之破壞能力，故在較大之洋菇體中幼蟲潛行距離甚遠，但僅限於菇體中。幼蟲為害小菇蕾時，均從菇柄基部鑽食中空，從外表觀之，此小菇在二三天不繼續長大時，拔起即可見菇柄已被食盡。此種小菇蕾被害時，常有十餘隻幼蟲同時為害一粒。此外，由於幼蟲潛藏在覆土中為害覆土下之堆肥及菌絲，故幼蟲密度發生較多時，菇床出菇數量即行減少，其幼蟲亦能在菇床邊緣堆肥中為害，一般洋菇栽培堆肥築床時，邊緣因無阻擋而僅將堆肥築成略呈斜面，或以竹片擋住堆肥者，但堆肥均曝露，故洋菇菌絲生長至床緣，該處堆肥亦為幼蟲良好生活環境，一般在塑膠菇舍中由於濕度較高，

床緣之菌絲發育極爲良好，如被幼蟲爲害時，即可察覺菌絲受幼蟲破壞之情形，尚有在菇床底下不論舖有打孔之塑膠布或新鮮稻草者，因均留有空隙，成蟲亦可在該處產卵繁殖。幼蟲除在洋菇床中爲害外，在春秋季節則能在不够密閉之鮑魚菇舍及木耳類舍中爲害菌包中之栽培材料及菌絲。在以段木栽培木耳類時，則在木耳基部潛行爲害。幼蟲除較喜愛組織柔軟之菇體及菌絲外，對麥粒菌種亦頗偏好，在菇床中常能發現有數隻幼蟲包圍麥粒菌種取食。尚且發現幼蟲能取菇床邊緣圍擋肥堆較舊受濕之雜木板。

（七）蛹：初化蛹時體白色半透明，後漸呈黃褐色，複眼亦由褐色漸加深變爲黑色，觸角，翅函及脚部亦漸呈黑褐，體色加深後即羽化，羽化時由胸背縱裂，體軀前後彎曲伸縮，以便成蟲脫離蛹殼。

當化蛹在菇床覆土中，蛹體均垂直，在菇床邊緣之堆肥中時，則蛹體大部分斜置。

三、生活史（圖1B）：

在室溫 12～（20.5）～30°C 以洋菇切片飼育觀察生活史（表5），自卵至成蟲羽化約需 28 天完成一世代。在卵期之溫度爲 17～（19.4）～22.5°C，需經 5 天者佔最多爲 86.7%，經 6 天者佔約 12.4%，幼蟲期之溫度爲 12～（19.6)～25°C，共需經 19 天，第 1 齡經 2～8 天，平均 2.9 天，而

表 5. 室內黑翅蕈蠅各期發育所需時間發生頻度之觀察

經過天數	卵	1 齡幼虫	2 齡幼虫	3 齡幼虫	4 齡幼虫	蛹
2		114	23	2		1
3		208	54	19		86
4	3	41	76	120		86
5	730	12	34	52	5	3
6	104	2	19	8	7	
7	5	1	13	6	71	
8		1	8		47	
9			2		10	
10					4	
合　計	842	379	229	207	114	176
平均天數	5.10	2.91	4.23	4.30	7.43	3.52
		19.0				

需 3 天者佔 54.9%。第 2 齡經 2～9 天，平均 4.23 天，而需 4 天者佔 33.2%。第 3 齡 2～7 天，平均 4.3 天，而需 4 天者佔 58.0 %。第 4 齡需經 5～10 天，平均 7.4 天，而需 7 天者佔 49.3%，8 天者佔32.6%。蛹期之溫度爲 18～（23.4）～30°C 需 2～5 天，而需 3 及 4 天者各佔48.9%。

四、溫度與食料對生活史之影響：

在地下室及 30°C 定溫箱中分別以洋菇片及稻草堆肥飼養觀察，不同溫度與食料一世代所經天數

，結果發現不論在洋菇栽培之低溫時期或 30°C 定溫箱中飼養者，以洋菇爲食料之幼蟲發育均較以稻草堆肥者快速(表 6)，低溫時以洋菇爲食料每一世代最短的需 31 天，最長 44 天，平均37～38天，而

表 6. 溫度與食料對黑翅蕈蠅生活史之影響

產卵日期	食料種類	飼養溫度 (°C)	生活史所需天數 (卵～成虫羽化)	成虫羽化數
27-30/XI	洋菇	13-(17.2)-20°	34-(38.4)-41	263
7-8/I	洋菇	12-(17.7)-25°	31-(37.9)-44	290
27-30/XI	堆肥	13-(17.5)-20°	38-(43.5)-52	127
7-8/I	堆肥	10-(17.7)-25°	39-(43.8)-57	201
20/XII	洋菇	30°	16-(17.2)-21	88
12/XII	洋菇	30°	16-(17.5)-20	104
17/I	洋菇	30°	18-(19.3)-22	47
28/XI	堆肥	30°	18-(19.4)-23	160
18/I	堆肥	30°	17-(23.2)-38	501

以堆肥爲食料者一世代最短 38 天，最長 57 天，平均約43天。在 30°C 定溫箱飼養結果，亦以洋菇飼養者較堆肥飼養者爲短，前者一世代最短僅 16 天，最長 22 天，平均 17～19 天；而後者一世代最短 18 天，最長 38 天，平均 19～23 天。

五、周年發生世代之觀察：

黑翅蕈蠅之幼蟲期生活受溫度或食料影響頗爲顯明，在溫度較高及食料營養良好之情形，幼期發育均較迅速。爲明瞭其周年可能發生世代，經在室內粗略飼育觀察結果（表 7），發現以稻草堆肥飼

表 7. 黑翅蕈蠅室內飼養終年發生世代之觀察

世代	產卵日期	成虫羽化日期	一世代生活天數	飼養溫度 (°C)	成虫羽化數
1	27/XI'73	4/I-(10/I)-18/I	38-(43.5)-52	13-(17.5)-20	127
2	7-10/I'74	15/I-(20-23/II)-5/III	39-(43.8)-57	10-(17.7)-25	201
3	15-16/II	18/III-(1-2/IV)-18/IV	31-(44.5)-62	10-(19.1)-28	1,380
4	19-20/III	16/IV-(29-30/IV)-18/V	27-(41.1)-60	14-(22.9)-30	1,529
1	5-6/VIII	26/VIII-(3-7/IX)-23/IX	21-(31.0)-46	24-(28.3)-32.0	1,001
2	29-31/VIII	14/IX-(19-20/IX)-8/X	15-(22.0)-41	24-(27.5)-29.5	1,614
3	17/IX	2/X-(7/X)-17/X	15-(20.0)-30	24-(26.9)-28.5	762
4	2/X	22/X-(7/XI)-17/XI	20-(36.0)-46	21.5-(24.9)-28.5	376
5	25-26/X	16/XI-(30/XI)-17/XII	22-(36.0)-52	20-(22.4)-25.5	792
6	20-22/XI	13/XII-(16/XII)-13/I	23-(36.0)-55	17-(19.8)-23.5	500
7	14-16/XII	8/I-(30/I)-11/II	34-(44.0)-59	13-(17.5)-22	550
8	20-21/I'75	18/II-(24/II)-12/III	28-(34.0)-51	14-(17.4)-22	383

9	22-23/II	26/III-(2-4/IV)-21/IV	32-(39.5)-60	15-(19.1)-27	468
10	31/III-1/IV	28/IV-(6/V)-21/V	28-(36.0)-52	18.5-(22.2)-27	205
11	30/IV-1/V	25/V-(3-4/VI)-27/VI	25-(35.5)-59	21.5-(25.8)-28.7	382
12	30/V	18/VI-(24/VI)-14/VII	20-(26.0)-49	22.5-(27.0)-29.7	260
13	21-23/VI	15/VII-(25-26/VII)-9/VIII	22-(32.5)-49	25.5-(28.3)-30.5	492

養，全年約可出現 14 世代，最短一世代約爲 20 天，最長可達 44 天。

六、天敵之調查：

(一) 成蟲天敵：

1. 蟲生菌 (*Entomophthora* sp.) 寄生 (圖 1, C) 一般在溫度較高之菇舍中常有發現，成蟲被寄生後，常棲息於菇架或菇床底下，被寄生死亡後雙翅展開，胸部及腹部長出白色菌絲。

2. 粘質沙雷氏菌 (*Serratia marcescens* Bizio)，屬腸桿菌科 (Enterobacteriaceae)，係紅色菌系 (Red strain)。此細菌在 5、6 月溫度較高時能寄生成蟲，但在低溫時並未發現。成蟲被寄生後可見胸腹部內臟呈顯紅色。此外尚發現於秋季寄生生活在草菇中之 2 種癭蠅 (*Lestremia* spp.)。

(二) 幼蟲寄生天敵：

1. 粘質沙雷氏菌 (*Serratia marcescens* Bizio) 在室內飼養黑翅蕈蠅於 4、5 月間溫度漸升高時，發現此菌寄生，發病率甚高，幼蟲被寄生後，體內呈顯紅色後即死亡，不論以洋菇片或稻草堆肥飼育幼蟲均會發病。但經初步分離接種之致病死亡率甚低，此菌已知能寄生 50 多種昆蟲。

(三) 幼蟲捕食性天敵：

1. 圍眼癭蠅 (*Colpodia* sp.) 體暗褐色。體軀粗短，密生細長毛。頭部較胸部狹小，半球形，複眼甚大，複眼橋特寬，故稱圍眼癭蠅，小顎鬚 (Maxillary palpus) 4 節。雄蟲觸角較體軀爲長，11節，第 1 節甚短，臼狀。第 2 節球狀。第 3 節最長，約爲第 2 節之 8 倍，具 4 結節 (Noties)，第 1 及第 2 結節顯較第 2 及第 4 結節爲小，感覺器 (Circumfila) 成長叉狀，第 1 及第 3 結節僅輪生 1 排，第 2 及第 4 輪生 2 排，各結節輪生長毛、極小短刺及似舌狀之突起。第 4 節以下各節僅具 2 結節。第 4 節長度僅約第 3 節之 0.5倍，基部結節僅輪生細長毛，中段結節除長細毛外，具極小短刺及舌狀突起外，並輪生感覺器 2 輪。以下各節頗似第 4 節。第 11 節長度約爲第 10 節之 $\frac{2}{3}$，基部結節小而成略扁球形，末端結節長圓形，基末兩端成 45° 尖削。胸部粗大，雙翅頗寬，密生長細毛，具 4 直脈及橫脈，第 4 脈分叉 • 腳細長，密生細長毛 • 腹部粗短，雄性生殖節握器 (Distimere) 細長，長圓形，光滑，向上彎曲 • 體長約 1.5 mm，翅長約 1.2 mm。

幼蟲體長約 2.0 mm 左右，淡黃至橙紅色。體軀表皮不甚光滑而呈疣狀突起，並着生剛毛。成熟幼蟲前端尖形，後端頓肥，口器 (Mouth hook) 較發達。幼蟲期平均約 16 天。老熟幼蟲吐絲絹作簡單蛹室，蛹長約 1.5 mm，蛹期 2～4 天。在室內飼養羽化成蟲之雌雄性比率爲 10：3，成蟲壽命 2～3 天。每 1 雌蟲約產卵 20 粒，粒粒分散。卵爲長橢圓形，0.2×0.08 mm 橙紅色。初孵化之幼蟲淡黃色，0.3×0.06 mm。

圍眼癭蠅在過去普通稻草菇舍及目前塑膠菇舍中均有發生，幼蟲經常在菇柄上發現，爬行頗爲迅速。在室內飼育時，幼蟲能捕食黑翅蕈蠅初、2齡幼蟲，粗緣癭蠅及直脈癭蠅之中型幼蟲，在其 16 天幼蟲期可以捕食幼蟲約 30 隻，其他尚能捕食在堆肥中生活之較小型蠅類之幼蟲。

2. 溝蟎 (學名待訂)，體橢圓形，淡褐色，1.00×0.44 mm，吻夾 (Chela) 褐色。前體部 (Gnathosoma) 0.28×0.16 mm，腹面具 6 枚 Hypostomal setae 及 2 枚 Deutosternal setae，前緣中段向前突出。吻角 (Corniculus) 小形，短角狀，向內彎。吻夾可動夾片僅爲第 2 節長度 $\frac{1}{4}$，角質

尖削，具瘤狀小齒。觸肢 (Palp) 短形，長度僅約前體部之2倍，疏生剛毛。觸肢轉節 (Palpal trochanter) 長大於寬度，末端較寬，觸肢腿節 (Palpal femur) 顯較轉節粗大，長寬度約相等，向(上內側彎曲，基部略狹。觸肢膝節 (Palpal genu) 長度約為寬度之2倍，長度約與轉節或脛節 Palpal tibia) 相等。觸肢脛節稍狹，末端下緣較短。觸肢跗節 (Palpal tarsus) 長度約為脛節之 0.5 倍，寬度顯較脛節為狹，末端略呈鈍圓 • Palpal apotele 2 枚。

背板分為前後兩片，前後背板長度約為 11：75，具鱗狀横皺紋 • 前背板具 20 對，後背具 13 對剛毛，前胸腹板 (Presternal shield) 狹小，長三角形，前緣平行。胸腹板 (Sternal shield) 近似長盾形，具鱗狀横紋，長度約為寬度之2倍。前緣中段彎入，後緣尖突成小分叉，亞側緣各具4剛毛。腹板 (Ventral shield) 退化 • 肛板 (Anal shield) 圓形，後緣具2剛毛。

第1脚細長，0.72 mm，較第4脚尤長，基節長約寬之 1.5 倍，具2枚剛毛縱列。轉節較狹，長度約為基節 $\frac{3}{4}$，具3剛毛。腿節長約轉節 2.5 倍，基端 $\frac{1}{3}$ 外側彎狹，具 12 剛毛。膝節長度約腿節 $\frac{1}{2}$，具13 剛毛。脛節較膝節略長，基部較末端為細，具 14 剛毛，跗節較脛節細長，長度約為脛節 $1\frac{1}{3}$。第1跗節 (Metatarsus) 長度僅為寬度之 0.5 倍，無剛毛，第2跗節着生剛毛 22 枚，末節呈梨形，12枚剛毛。爪簡單。第2脚顯較第3脚為粗壯，且稍長。基節寬大，長約寬度之 0.5 倍，具2剛毛。轉節較基節為長，末端較狹，具3剛毛。腿、膝及脛節約等長。脛節較細。第1跗節長寬約相等，具6剛毛。第2跗節長約為第1跗節之5倍，末端 $\frac{1}{4}$ 細隘，第3跗節細小，與第2跗節末端細隘部相似。第4脚基節粗細與第3脚相近似，長約寬之2倍，彎曲，具6剛毛。轉節短小，無剛毛。腿節稍細長，長約寬之 2.5倍，稍彎曲，具7剛毛。膝節略較腿為細，長約寬之2倍，具8剛毛。脛節較膝節為細，長約寬之2.5倍，具 10 剛毛。第1跗節長約寬之 1.5 倍，具3剛毛。第2跗節長約第1跗節之 3.5倍，末端 $\frac{1}{3}$ 細隘。

溝蟎在堆肥製作時即大量發生，爬行極為迅速。堆肥搬入菇舍時，常會爬至工作人員身上，奇癢難受。溝蟎一般生活在溫度較高時，繁殖極迅速。自堆肥開始堆積醱酵後，由於堆肥中溫度升高，其成蟎及若蟎均以堆肥中之腐生蠅類小幼蟲為捕食對象，在短短堆肥製作期間，即能大量繁殖。其在菇床中則能捕食黑翅蕈蠅，瘿蠅幼蟲以及其他蠅類之幼蟲。洋菇栽培初期常在覆土縫間，菇架等處爬行，發生密度最高，實為初期菇床害蟲之重要天敵。其後隨溫度下降及食料昆蟲之減少而逐漸降低。

3.褐蟎（學名待訂），體橢圓形，前端亞前緣顯明細隘。1.28×0.69 mm • 褐色，吻夾暗褐，前體部略呈尖形。長約與寬度相等。具 Hypostomal setae 4枚及 Deutosternal setae 2枚。吻角尖長，約為吻夾活夾之 $\frac{2}{3}$。吻夾粗尖，夾部長約為基節之 $\frac{3}{4}$，活夾基具細毛叢。觸肢頗長，轉節側扁，向外彎曲。腿節略粗而稍短於膝節，膝節內側末端 $\frac{1}{3}$ 處生有 1 apotele，脛節短形，長度略長於寬度，末端內斜。跗節較脛節為狹，長度與脛節約相等； apotele 2枚。

背板完整，除前中央縱區外，均有横鱗狀紋，前緣中點具1對並排末端成羽狀剛毛。背板前端具3對，中央區3對及後緣中區1對中形剛毛，兩側具 16 對羽狀剛毛。胸腹板角質化完全，具顯明淺小瘤，中央較粗而稀，後段小瘤有若干組成較大方形隆起小區，前緣中段微彎入，後緣彎入較深，亞後緣平滑，具6枚剛毛。後胸腹板 (Metasternalshield) 狹長，前圓後尖，具1剛毛。後腹板 (Epigynial shield) 頗大，具鱗片紋，中後三角區鱗片較不明顯，後緣近平直，具2剛毛。腹板 (Ventral shield) 近五角狀，長度短於寬度，具鱗狀紋，生3對剛毛。

第1脚細長，約與後脚等長，具剛毛。基節長約為寬度之3倍，具1小剛毛。轉節長度僅約基節 $\frac{2}{3}$，較基節為狹。腿節長度約寬之3倍，基端較細。膝節稍短於腿節，較腿節為細。脛節細長，長約等於腿節。跗節最細，第1跗節長寬約相等，第2跗節長約等於脛節。無爪。第2脚具剛毛。基節最大，顯較其他3脚為大，短形，具1剛毛。轉節近方形。腿節彎曲，長度略長於寬度，膝節略彎曲，長寬與腿節相似，脛節稍狹，長度尚不及寬度之2倍。第1跗節長寬約相等，第2跗節長度約寬度之 3.5 倍，末端部稍細，生有6枚肉刺。爪簡單。第3及第4脚均具剛毛，基節內側具1短突起。第4

脚轉節長約寬之1.5倍，後側具1突刺。腿節長約寬之2.5倍，彎曲，基部稍細。膝節及脛節略等長，但膝節稍粗。第1跗節長度略大於寬度，第2跗節長度爲第1節之3.5倍，漸向末端細小。爪簡單。

褐蟎在堆肥製作期間或洋菇栽培時期，發生密度並不似溝蟎之多，但在菇床中則常有發現。由於體形較溝蟎大，食量亦多。且褐蟎均潛藏在堆肥中，具有趨光性，以光照堆肥時即由堆肥中潛出。在堆肥中除能捕食黑翅蕈蠅大幼蟲外，尚能捕食癭蠅幼蟲及其他蠅類幼蟲，爲菇床堆肥中重要捕食天敵。

4.尖蟎（學名待訂）體橢圓形，0.84×0.4 mm。淡褐色，吻夾褐色。前體部長度約爲寬度1.25倍，具 Hypostomal setae 3對及 Deutosternal setae 1 對。吻角尖長，長度約與觸肢腿節相等。吻夾强壯，基節顯較第2節粗短，第2節長度約爲觸肢腿節3倍，吻夾活片長度約爲第2節 $\frac{3}{4}$。觸肢轉節最長，內側彎曲，中段僅1剛毛，腿節長度約爲寬度之2.5倍，具5剛毛。膝節長約寬之2倍，較腿節稍細，具6剛毛。脛節長約寬之1.5倍，約與膝節等寬，具 12 剛毛。跗節較小，長度約爲膝節0.5倍，具11剛毛。 Palpal apotele 2枚。

背板完整，具鱗狀紋，後側緣斜行，末端鈍圓，具38對末端部側扁似葉片狀微彎曲之剛毛。

胸腹板完全，具縱微鱗紋，後側角圓形，後緣中段分界不甚明顯，具3對剛毛，後胸腹板不明顯，但具1剛毛。前腹板向後延伸，長度約寬度之2倍，後緣圓形，側後圓角向外彎出。具剛毛1對。腹板不明顯，具4對剛毛。

第1脚約與第4脚等長，顯較第3脚細小。基節細長，長度約寬度之2倍，具2剛毛。轉節近似三角形，長度略大於寬度，基部內側突出，具5剛毛。腿節長度約爲寬度之3.5倍，略較轉節爲狹，基部削細，具10剛毛。膝節稍較腿細小，長度約爲寬度之2.5倍，具12剛毛。脛節略長於膝節，基部較細，具12剛毛。第1跗節基部短寬，長度約爲寬度之0.5倍；第2跗節最長，約爲膝節長度之2倍。爪略退化。第2脚最粗壯，基節最大，三角形，具鱗狀紋，2剛毛及2小突齒。轉節略狹，長與寬度約相等，末端削細，具4剛毛。腿節顯較轉節爲細，長約寬度之2倍，基部內下側彎曲，具9剛毛。膝節略較腿節爲細，長約寬度之2倍，具9剛毛。脛節較膝節爲細，長約寬之2倍，具8剛毛。跗節細尖，第1節長略小於寬度，具4剛毛；第2節長約第1節之5倍，具 10 剛毛，爪簡單，稍彎曲。第3脚顯較第2脚細小，基節及轉節具鱗狀紋。基節短寬，具2剛毛及1齒狀小突起。第4脚顯較第2脚略細，基節及轉節均具鱗狀紋，基節似杯狀，顯較第3脚基節爲小，具1剛毛及1小齒狀突起。轉節較粗大，略彎曲，長較寬度爲長，具4剛毛。腿節較細長，彎曲，長度約等於基轉節之總長，具5剛毛。膝節與脛節約等長，稍寬，長度約寬度之2倍多，具剛毛。脛節具11剛毛。跗節長度約與膝脛2節等長，削尖。第1跗節長度大於寬度，具4剛毛。第2跗節具10剛毛，爪簡單。

尖蟎雖體軀略小，但有避光性，在菇床堆肥中有時發生，除捕食黑翅蕈蠅、癭蠅幼蟲及其他蠅類小幼蟲外，如堆肥中發生跳蟲時，則尖蟎發生亦多，是否亦能捕食跳蟲，尚待證實。

5.彎脚蟎（學名待訂）卵圓形，體0.75×0.48mm，淡褐色，前體部處顯明細隘，後端略呈尖形。前體部長度顯較寬爲短，前端較狹，吻角尖形甚長，顯較吻夾活片爲長。具 Hypostomal setae 3對及 Deutosteral setae 1對。吻夾活片較短，其長度僅吻夾第2節長度之0.5倍。觸肢着生於前體部之前端，彎曲，腿節最粗， apotele 2 枚。背板具19對末端羽狀剛毛及5對剛毛 。前顯板與胸腹板癒合，後腹板與肛板分界不明顯，後腹板稍具鱗狀紋，具3對剛毛。

第1脚細長，彎曲，基節圓筒狀，長約寬之2倍，具2剛毛，末端具1小齒狀突起。轉節較小，長約基節之0.5倍，末端較細，內側中基部較外側突出，具6剛毛。腿節彎曲，基部較細，約具11剛毛。膝節長約爲寬之3倍，具10剛毛。脛節約與膝節等長，具10剛毛。跗節最細長，第1節分界僅有痕跡，長較寬度爲大，第2節長約寬度之 4.5 倍，末端斜形，約具24剛毛。無爪。第2脚粗壯，基節最大，略呈三角形，具1齒狀突起及2剛毛。轉節粗短，長寬約相等，末端較狹，外側較短，具5剛毛。腿節彎短，基部較細，下外側近末端具1頗大片狀突起，具6剛毛。膝節短而彎曲，下面具1舌狀突起，剛毛6枚。脛節彎短，下面亦具短舌狀突起，具9剛毛。跗節漸向末端削細，第1跗節

長較寬度為小，具4剛毛；第2跗節長約寬之3倍，具8剛毛，末端之剛毛粗短。爪簡單，甚彎曲。第3脚稍細小。第4脚基節短寬，前側長度僅後側長度之 0.25 倍，具1小齒狀突起及1剛毛。轉節粗彎，內側曲突，並生1粗角狀突起，具5剛毛。腿節較長，內側甚突出，並生2角狀突起，具略呈羽狀剛毛4枚。膝節稍彎曲，略長於脛節，但較脛節為寬，具6枚羽狀剛毛。脛節具6羽狀剛毛。跗節細長，第1跗節長度大於寬度，具2羽狀剛毛及2剛毛。第2跗節長度約為第1跗節長度之3.5倍，具4羽狀剛毛及6剛毛。爪簡單，稍彎曲。

彎脚蟎發生較少，在堆肥中能捕食黑翅蕈蠅、癭蠅及其他蠅類幼蟲。

在菇床中尚發現捕食性之閻魔蟲 (Histeridae) 2種，牙蟲 (Hydrophilidae) 2種及多種隱翅蟲 (Stephylinidae)，但發生較少。此類昆蟲之成蟲或幼蟲均潛在堆肥中捕食蠅類幼蟲。

(四) 幼蟲及蛹之寄生天敵：

黑翅蕈蠅幼蟲及蛹之寄生性天敵，已發現寄生於老齡幼蟲或蛹體中者，有開顎蜂科 (Alysiidae) 之*Asobara* sp., *Aspilota* sp., *Synalis* sp., *Alysia* sp. ，釉癭蜂亞科 (Eucoilinae) 之 *Tryblio grapha* sp., *Pseudiranchis* sp., *Pseudeucoila* sp., 及黑小蜂 *Spalangia nigra* Latr. 其中以 *Synalis* sp. 較常見 ，但其發生具有季節性。此類寄生蜂之寄生率不高。在洋菇栽培後期溫度較高時偶有發現，但在鮑魚菇栽培之較高溫度時，則常有發現。

七、藥劑防治試驗：

(一) 成蟲燻殺試驗：

黑翅蕈蠅幼蟲為害食用菇類，均潛藏在栽培材料中，故防治頗感困難。但其成蟲自羽化後均在外部菇床表面、菇體及菇架上爬行，或在空中飛翔，雖曝露時間僅有數天，在防治上則可把握此短暫時刻將其消滅。

本試驗所使用藥量，係依據預先經過測定單位用藥量，以50% DDVP 之 0.5ml/M^3 似較經濟而實用。並為求本試驗方法能適應較廣泛使用起見，經在室內各種溫度進行 56 次重複試驗，結果如表 8。

表 8. DDVP 對黑翅蕈蠅成蟲燻殺效果

處理溫度 (°C)	重複次數*	平均死亡率	校正死亡率
12 ～ 14	7	51.8	48.6
14.5 ～ 17	7	63.7	61.4
18 ～ 19	13	70.9	69.5
20 ～ 22	10	84.3	83.7
22.5 ～ 24	14	85.5	84.5
25 ～ 25.5	5	93.2	93.0

*每次試驗處理組及對照組各成蟲 100 隻。

依據表中所測得結果， DDVP 對黑翅蕈蠅成蟲之燻殺效果，似受溫度高低影響頗為明顯，同一燻蒸用藥量，在不同之溫度，所得試驗結果，有正相關現象，在6種溫梯試驗結果，發現頗有規律，即低溫燻殺時效果較低，高溫時則效果高。

本試驗所使用燻蒸塑膠罩為 1 M^3 體積之全空間，如以塑膠菇舍之體積計算，每50坪栽培約為 200 M^3 體積，而菇床體積尚未扣除。故以每次燻菇用藥量為 50% DDVP 100ml 已略較菇舍中單位用藥量稍高，其效果可想而知。且在燻蒸試驗時，因塑膠罩中未設空氣鼓動裝置，內部空氣近於滯

流，僅在燻蒸試驗時，每隔數分鐘，用手打動塑膠布，但亦難免有燻蒸氣體不均現象。如在菇舍中則可藉通風機，送風及內循環設備，而使燻蒸氣體在菇舍中鼓動平均，效果當更爲理想。

黑翅蕈蠅成蟲在菇舍中體軀屬中小型，如使用 DDVP 氣體可達燻殺效果，則其他體軀較爲微小之雙翅目昆蟲及跳蟲類，亦可在其燻殺效果範圍之內。

在塑膠菇舍進行燻蒸時，可在通風機口，掛上棉花或棉布，將 DDVP 滴注其上，任由通風機將氣體抽入菇舍內，每次用藥後約抽風10分鐘，即可將 DDVP 有效氣體抽盡，即將通風機改爲內循環，任其燻蒸 3 小時，再對外排氣，在菇舍中即可見成蟲紛紛落地死亡。此方法由於使用簡便又省時，經推薦列爲洋菇保護推廣方法中，若干菇農甚且在鮑魚菇栽培時，自行使用燻蒸菇舍中之成蟲。

（二）成蟲藥劑觸殺試驗：

本省目前食用菇類栽培爲欲達到高產目標，材料均經充分處理，洋菇及高溫菇堆肥必須經過高溫

表 9. 各種藥劑藥膜對黑翅蕈蠅成蟲觸殺試驗

藥劑		稀釋倍數	有效濃度	藥膜經過天數及觸殺死亡率					
				天	%	天	%	天	%
Baythion	50% EC	50	1.00	73	100	144	99	155	81
Baythion	50% EC	100	0.50	36	100	42	95	48	90
Dursban	40.8% EC	40	1.02	73*	100				
Dursban	40.8% EC	100	0.408	21	100	26	98	31	81
Sumithion	50% EC	50	1.00	50	100	63	84		
Malathion	50% EC	50	1.00	36	100	46	97		
Diazinon	60% EC	60	1.00	25	100	27	61		
Diazinon	44% EC	40	1.10	9	100	14	88		
Azodrin	60% S	60	1.00	8	100	12	98		
Monocron	20% EC	20	1.00	5	30				
Gardona	75% WP	60	1.25	3	94				
Nankor	44% EC	40	1.10	2	74				
Fenthion	50% EC	50	1.00	2	90				
Dipterex	80% SP	80	1.00	1	90				
Baygon	20% EC	20	1.00	144	100	150	85		
Baygon	20% EC	40	0.50	50*	100				
Sevin	85% WP	85	1.00	168	100	176	74		
MIPC	50% WP	50	1.00	50*	100				
Meobal	50% WP	50	1.00	50*	100				
MTMC	50% WP	50	1.00	30	100	40	98		
CPMC	50% WP	50	1.00	30	100	40	79		
Padan	50% SP	50	1.00	1	94				

*藥效尚達 100 %即結束。

處理後醱酵，鮑魚菇及木耳則採用塑膠包純粹培養，故在栽培材料中，並無黑翅蕈蠅存在。然其在菇舍中之發生，均由少數成蟲侵入菇舍中產卵繁殖，而造成頗爲嚴重之減產現象。爲避免此項現象發生，除加强菇舍之密閉外，則應從預防成蟲之侵入，實爲當務之急。爲探求成蟲之預防藥劑，經在室內就各種藥劑之藥膜測定對成蟲之觸殺效果，冀能在預防之立場，探測較爲經濟可行之藥劑，備供採用推廣，經初步參加測定之藥劑有 18 種，結果如表 9 。

就表中各種藥劑觸殺效果觀之，大概可分爲三類，即藥效較能持久者有 Baythion, Dursban, Baygon, Sumithion, Sevin, MIPC, Meobal 及 Malathion ，其次爲 MTMC, CPMC, Diazinon ，而以 Dimethoate, Azodrin, Monocron, Gardona, Nankor, Fenthion, Dipterex 及 Padan 均較短。

過去本省洋菇保護方法中列有 Diazinon 噴佈紗窗門，但自 59 年度不知何故而被刪除。因鑒於對害蟲無預防藥劑，經於63年在室內測定其對黑翅蕈蠅成蟲之觸殺效果，發現以藥膜法之藥效尚可維持20餘天，故曾建議在洋菇保護方法仍列入 Diazinon 供作預防藥劑。由於在推廣執行之立場，認爲 Diazinon 售價偏高，一般使用者負擔過重。復經試驗測定結果，發現 Malathion 藥效較能持久，且毒性亦較低（表 10），似可代替 Diazinon ，經在 64 年植物保護技術審議會洋菇小組建議推荐，供

表 10. 各種藥劑毒性

藥劑	白鼠急性口服 LD_5 mg/kg	小白鼠急性口服 LD_{50} mg/kg	豚鼠急性口服 LD_{50} mg/kg	兎急性口服 LD_{50} mg/kg	經皮膚 LD_{50} mg/kg	魚毒 (ppm)
Baythion	>2,500	1,000				
Dursban	135♂ 163♀		500	2,000		
Sumithion	340	870			>3,000	LD_{50} 8.9
Malathion	2,500				4,100兎	
Diazinon	108	48			200-300	TLm G. 26.4
Baygon	100					TLm(48 h.)30
Sevin	500-700				>5,000	LD_{50} 10
MIPC	150				1,620	LD_{50} 4.2
Meobal	380♂ 290♀				>1,500	TLm(48 h.) EC 10 WP 15.3
MTMC	268				6,000	TLm(48 h.) 22.2
CPMC	150					LD_{50}>10

作預防成蟲之藥劑。

黑翅蕈蠅在室內以堆肥飼養觀察，年約可繁殖 14 世代，此種繁殖迅速之害蟲，對目前合成之藥劑，似較易產生抗性。故在害蟲防治立場，應該儘量避免使用較爲單純之藥劑，而採用多種藥劑輪流使用，則可以避免害蟲迅速產生對藥劑之抗性。依據試驗測定所得結果，尚有 Sevin, MIPC 及 Meobal 對成蟲之觸殺效果亦相當優良，毒性亦低（表10），實可供選擇作爲交替輪流使用之藥劑。

再就各種藥劑在室內對成蟲觸殺效果之持久而言，雖以 Baythion, Dursban 及 Baygon 均較其他藥劑持久，但以目前銷售價格，均較昂貴，在推廣執行之立場，恐未能與價廉之藥劑相比較。

（三）幼蟲藥劑毒殺初步試驗：

黑翅蕈蠅幼蟲潛藏在食用菇類栽培材料爲害，故欲從外面防治頗感困難。爲探明其幼蟲對藥劑之

忍受程度，經在室內測定各藥劑濃度對幼蟲之致死程度，結果列如表 11 。

表 11. 黑翅蕈蠅幼蟲藥劑毒殺初步試驗

藥劑		稀釋倍數	有效濃度 %	死亡率
Gardona	75% WP	1,500	0.05	0
		3,000	0.025	0
		6,000	0.0125	0
Dipterex	80% SP	250	0.32	0
		500	0.16	0
		1,000	0.08	0
Monocron	20% EC	400	0.05	0
		800	0.025	0
		1,600	0.0125	0
Nankor	44% EC	880	0.05	20
		1,760	0.025	18
		3,520	0.0125	9
Malathion	50% EC	2,000	0.025	97
		4,000	0.0125	93
		8,000	0.00625	73
Sumithion	50% EC	1,000	0.05	90
		2,000	0.025	79
		4,000	0.0125	72
DDVP	50% EC	1,000	0.05	100
		2,000	0.025	98
		4,000	0.0125	90
		8,000	0.00625	55
Safrocide	4-40% EC	1,000		93
		4,000		62
		8,000		39

每種濃度處理 4 重複，每重複幼蟲各 30 度。

就表中結果所顯示， Gardona, Dipterex 及 Monocron 之高濃度(0.05，0.32 及 0.05%)均對幼蟲不能致死。 Nankor 之 0.05% 濃度亦僅有 20% 死亡。 Malathion 及 Sumithion 0.025 之致死率在 97 及 79% ，前者似乎較優於後者。 DDVP 0.05% 之高濃度致死率始能達到 100%，但在 0.25%之濃度則爲98%致死率， Safrocide 1,000 倍之高濃度亦僅有93%致死率。由以上之測定結果，欲以藥劑防治幼蟲，勢必將使用濃度提高後，始達到理想之防治效果，但以藥劑濃度提高後，則對於食菇類之菌絲或有發生藥害可能，或在施用高濃度藥劑後，將可能導致菇體藥劑殘留之嚴重問題。

討　論

在國外洋菇栽培地區，均有發生黑翅蕈蠅爲害之問題[13,14,17,19,20,26,28,33,34,50,68,69,70,71]，但以各地區發生種類不盡相同[69]，此類害蟲之生活習性相差不大，均以幼蟲在菇床中爲害，故在預防驅除上，頗有共通之觀點。在菇舍以預防成蟲侵入，並於菇舍附近環境經常施用藥劑以防成蟲接近菇舍。在菇舍中，以燻殺成蟲爲急務[35,36,53,54]，並爲欲減少菇床中幼蟲之發生，而在覆土或堆肥混拌藥劑[18,27,79,80]。

黃帶黑翅蕈蠅爲目前本省塑膠菇舍爲害洋菇、高溫菇、鮑魚菇及木耳等食用菇類，幼蟲潛藏在栽培材料中爲害菌絲及栽培材料，甚且爲害小菇蕾及菇體，以致單位面積產量銳減。洋菇舍發生嚴重時，對單位面積產量之損失幾達¾，實爲目前本省塑膠菇舍洋菇栽培之嚴重問題。

在過去普通稻草菇舍中，曾有發生此蟲爲害；但被害之情形並不嚴重，考其原因，主要由於堆肥未經加溫後醱酵處理，在前醱酵時堆肥中發生大量腐生蠅類幼蟲，因在昆蟲間具有發生隨從現象及競爭之現象，而有許多種類之捕食性及寄生性天敵相繼發生，以抑制若干害蟲之大量發生，而使在堆肥中生物間保持平衡現象。返觀在塑膠菇舍中由於堆肥後醱酵處理，其溫度即可將潛藏在堆肥中之一切害蟲及益蟲全部致死，若害蟲於堆肥後醱酵後再度侵入繁殖，由於塑膠菇舍保護因而缺乏有力天敵之抑制時，當能造成猖獗局面。

本項觀察除詳細記載各期形態，並飼育觀察其生活史及各蟲期之習性，溫度及食料對生活史之影響及周年發生世代觀察，其中生態習性與蔡氏等 1964 年報告有若干相近之處[6]。經調查發現成蟲天敵有 2 種寄生菌，幼蟲寄生菌 1 種，捕食性之圍眼瘦蠅（*Colpodia* sp.），捕食性蟎 4 種，閻魔蟲 2 種、牙蟲 2 種，及多種隱翅蟲，幼蟲及蛹體寄生天敵有開顎蜂 （Alysiidae） 4 屬 4 種，釉瘻蜂（Cynipidae, Eucoilinae） 3 屬 3 種，及金小蜂科 1 屬 1 種。此等天敵中，以粘質沙雷氏菌在 4～6 月寄生幼蟲較多，在洋菇栽培之低溫時，初期則以溝蟎發生較多，其後褐蟎及尖蟎亦相繼發生，圍眼瘦蠅則在洋菇栽培時期中均有發生。

黑翅蕈蠅之防治，在本省雖曾以多種藥劑防治[3,4,5,9,11,12]，試驗結果僅使用 DDT 噴佈菇舍內壁預防成蟲，而後遭禁用。另依據試驗結果[10]將 Diazinon 噴佈紗窗門以預防成蟲，但於 59 年不知何故竟自洋菇保護方法中刪除，於63年復依據本試驗再將 Diazinon 列入該保護方法中。另於 64 年推荐 Malathion 供作預防成蟲藥劑。其他供作成蟲預防參試藥劑多種，均對成蟲觸殺效果頗佳。在防治害蟲之立場，應考慮此蟲周年發生世代多，繁殖能力强，故不能使用單獨預防藥劑，以避免害蟲對藥劑產生抗性。關於成蟲驅除試驗[3,4,6,7]，均以 DDVP 爲主成分，故有以滅蟲彈燻蒸菇舍中之成蟲，但僅短時期推廣而未再使用。爲適應塑膠菇舍設備之使用方便起見，依本試驗所得結果，推荐 DDVP 燻殺塑膠菇舍內之成蟲，方法較之外國使用者更爲簡便。

參考文獻

1. 林珪瑞　1967　洋菇舍昆蟲之調查　農業研究　16(4)：41～48。
2. 林珪瑞　1973　臺灣洋菇的害蟲　中國園藝　19(6)：366～375。
3. 洪錦平、裴宏隆　1966　Nuvan對洋菇害蟲之防治效果、檢驗雜誌 (55)：6～11。
4. 洪錦平、裴宏隆　1966　法潑納（Vapona）之洋菇害蟲防治試驗　檢驗雜誌 (56)：11～15，20。
5. 洪錦平、蔡雲鵬　1966　動力煙霧器（Jet Fog）噴射除蟲菊精對菇蚋成蟲之藥效。檢驗雜誌 (57)：25～28。
6. 洪錦平、蔡雲鵬　1966　滅蟲彈對洋菇害蟲之燻蒸效果。檢驗雜誌 (59)：1～6。
7. 洪錦平、蔡雲鵬　1967　滅蟲彈對洋菇害蟲之燻蒸效果。檢驗雜誌 (68)：10～16。
8. 侯豐男、嚴奉琰　1967　粘質沙雷氏菌（*Serratia marcescens* Bizio）之昆蟲病理研究。中華農學會報新 60：99～106。
9. 蔡雲鵬、洪錦平、郭麗生、葉壽美、曾壽賢、游景節、柳濱南。1964。臺灣洋菇害蟲之研究。植物檢疫資料 3

：1～53。

10. 蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢、郭麗生。1966。洋菇害蟲藥劑防治試驗。檢驗雜誌 (54)：1～9。

11. 蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢、郭麗生。1967。55／56年期洋菇害蟲藥劑防治試驗。檢驗雜誌 (67)：1～9。

12. 臺灣區洋菇試驗研究審議小組。1967。臺灣區洋菇試驗研究及生產改進工作總報告 ：1～24。

13. Austin, M. D. 1933. The insects and allied fauna of cultivated mushrooms I. Ent. Mon. Mag. 69 : 16-19.

14. Austin, M. D. & S. G. Jary. 1933. Investigations on the insect and allied pests in cultivated mushroom. I. *Sciara fenestralis* Zett. Jl. S.-E. Agric. Coll. Wye 32 : 59-63. (RAE 21 : 489)

15. Austin, M. D. & R. S. Pitcher. 1936. A laboratory method for rearing *Sciara* and Phorid flies. Ent. Mon. Mag. (3) 22 : 12-15.

16. Binns, E. S. 1972. *Arctoseius cetratus* (Sellnick) (Acarina : Ascidae) phoretic on sciarid fly. Acarologia 14(3) : 350-356.

17. Binns, E. S. 1973. Laboratory rearing, biology and chemical control of the mushroom sciarid *Lycoriella auripila* (Diptera : Lycoriidae). Ann. appl. Biol. 73(2) : 119-126.

18. Binns, E. S. 1974. Insecticide granule distribution and the control of *Lycoriella auripila* (Diptera : Lycoriidae) in mushroom casing material. Ann. appl. Biol. 78 : 139-148.

19. Binns, E. S. 1975. Mushroom mycelium ana compost substrates in relation to the survival of the larva of the sciarid *Lycoriella auripila*. Ann. appl. Biol. 80(1) : 1-15, 2 pls.

20. Binns, E. S. 1975. Sciarids reconsidered. Mushroom Jour. (31) : 226-228.

21. Butt, E. H. 1934. Embryology of *Sciara* (Diptera : Sciaridae). Ann. ent. Soc. Amer. 28(4) : 565-579.

22. Buxton, P. A. 1954. British Diptera associated with fungi. 2. Diptera bred from Myxomycetes. Proc. R. ent. Soc. Land. A 29 : 163-171.

23. Coquillett, D. W. 1895. A new wheat pest (*Sciara tritici* n. sp.). Insect Life 7(5) : 406-408.

24. Del Guercio, G. 1904. Contribuzione alla conoscenza delle metamorfosi della *Sciara analis* Egger con notizie intorno alla *Sc. analis bezzi* n. v. ed ai loro rapporti con alcuni Sporozoari ed Entom ozoari parassiti. Redia 2 : 280-305.

25. Ellisor, L. O. 1934. Notes on the biology and control of *Nesosciara ocllaris* (Comstock) (Diptera : Sciaridae). Iowa Sta. Coll. J. Sci. 9 : 25-36.

26. Flachs, K. 1941. The Mycetophilid *Sciara solani*, as a pest of cultivated mushroom. Prakt. Bl. Pflanzenb 19 : 1-20. (RAE 31 : 139)

27. Ganney, G. W. 1973. Incorporation of pesticides into the casing and compost to control mushroom-pests. Mushroom Jour. 10:446-448.

28. Gerbatchevskaya, A. A. 1963. Fungus gnats (Diptera : Lycoriidae) as pests of vegetables and common mushrooms in hothouses of the Leningrad region. Ent. Rev. 42 : 281-277.

29. Graves, R. C. 1960. Ecological observations on the insects and other inhabitants of woody shelf fungi (Basidiomycetes. Polyporaceae) in the Chicago area. Ann. ent. Soc. Amer. 53 : 61-78.

30. Gui, H. L. 1933. The potato scab-gnat, *Phyxia scabiei* (Hopkins). Bull. Ohio Agric. Exp. Sta. 524 : 3-21.

31. Hussey, N. W. 1964. Unusual damage by larvae of *Hemineurina modesta* (Diptera : Sciaridae). Plant Pathol. 13 : 138.

32. Hussey, N. W. & B. Gurney. 1964. Rearing techniques for mushroom fly. Plant Pathol. 15 : 38-59.

33. Hussey, N. W. & B. Gurney. 1968. Biology and control of the sciarid *Lycoriella auripila* Winn. (Diptera : Lycoriidae) in mushroom culture. Ann. appl. Biol. 62 : 395-403, 9 tabs.

34. Hussey, N. W., W. H. Read & J. J. Hesling. 1969. The pests of protected cultivation. The biology

and control of glasshouse and mushroom pests. Edward Arnold Publ., Ltd., London. 404 pp.

35. Hughes, T. T. 1964. The use of dichlorvos for the control of flies in mushroom houses. Rept. Glasshouse Crops Res. Inst. 94.

36. Hughes, T. T. 1964. Further inverstigation of the colorimetric method for determining dichlorvos. Rept. Glasshouse Crops Res. Inst. 96.

37. Kempton, R. H. 1970. Pesticide distribution in mushroom compost. Glasshouse Crops Res. Inst. Ann. Rept. 1969 : 86-88.

38. Kennedy, M. K. 1973. A culture method for *Bradysia impatiens* (Diptera : Sciaridae). Ann. ent. Soc. Amer. 66 : 1163-1164.

39. Kennedy, M. K. 1974. Survival and development of *Bradysia impatiens* (Diptera : Sciaridae) on fungal and non-fungal food sources. Ann. ent. Soc. Amer. 67(5) : 745-749.

40. Kennedy, M. K. & R. G. Helgesen. 1973. Distinguishing characteristics of two flies common of greenhouse crop production. N. Y. Sta. Flower Ind. Bull. 40 : 4-5.

41. Leath, K. T. & R. C. Newton. 1969. Interaction of a fungus gnat, *Bradysia* sp. (Sciaridae) with *Fusarium* spp. on alfalfa and red clover. Phytopathology 59 : 257-258.

42. Madwar, S. 1934. The biology and morphology of *Phyxia scabiei* Hopkins (Diptera : Nematocera). Bull. Soc. Ent. Egypte 17 : 136-148.

43. Madwar, S. 1937. Biology and morphology of the immature stages of Mycetophilidae. Philos. Trans. R. Soc. London (B) 227 : 1-110.

44. Metz, C. W. 1938. *Sciara reynoldsi*, a new species which hydridizes with *Sciara ocellaris* Comst. J. Heredity 29 : 176-178.

45. Miller, R. L. 1966. General laboratory procedures. Appendix I. Amer. Biol. Teach. 28 : 492-499.

46. Morgante, J. S., J. Marques, A. B. da Cunha & I. Romes. 1970. On the rearing of some Sciarids. Rev. Bras. Ent. 14(4) : 33-40. (RAE 60 : 99)

47. Nowotny, A. 1963. Relation structure to function in bacterial 0 antignes II. Fractionation of lipids present in Boivin-Type Endotoxin of *Serratia marcescens*. J. Bacteriol. 85 : 427-435.

48. Parr, W. J., C. Crocker & E. R. Speyer. 1954. A sciarid fly injurious to seedlings. Rept. Exp. and Res. Stn. Cheshunt, Herts. (1953) 39 : 36-39.

49. Pielou, D. P. & A. N. Verma. 1968. The arthropod fauna associated with the birch bracket fungus, *Polyporus betulinus*, in eastern Canada. Can. Ent. 100 : 1179-1199.

50. Pitcher, R. S. 1936. Investigation on the insect and allied pests of cultivated mushroom. VIII. Observations on the larval instars of *Sciara fenestralis* Zett. Jl. S.-E. Agric. Coll. Wye 38 : 83-85. (RAE 24 : 683)

51. Powell, J. M. 1971. The arthropod fauna collected from the comandra blister rust, *Cronartium comandrae* on lodge pine in Alberta. Can. Ent. 103 : 908-918.

52. Roberts, E. C. & R. Lavigne. 1959. Fungus gnat found to inhibit development of turfgrass. U. S. Golf Assoc. J. & Turf. Management 12(6) : 25-26.

53. Snetsinger, R. 1962. New way of applying pesticides OK'd. Mushroom News 10(5) : 1.

54. Snetsinger, R. 1962. New materials and methods for the control of mushroom pests. Mushroom Sci. 5 : 503-508.

55. Snetsinger, R. 1972. Laboratory studies of mushroom-infesting Arthropods. Mushroom Sci. 8 : 199-208.

56. Snetsinger, R. & D. Frear. 1966. Effects of diazinon of mushroom production. J. Econ. Ent. 59 : 1292-1293.

57. Speyer, E. R. 1923. Mycetophilid flies as pests of the cucumber plant in glasshouses. Bull. Ent. Res. 13 : 255-260.

58. Steffan, W. A. 1965. Notes on the synonymy of *Bradysia tritici* (Coquillett) and *Lycoriella mail* (Fitch) (Diptera : Sciaridae). Pacific Ins. 7(2) : 290.

59. Steffan, W. A. 1969. Sciaridae, Diptera. Ins. Micronesia 12(7) : 669-732.

60. Steffan, W. A. 1972. Oriental Sciaridae (Diptera) I. Redescription and review of species described by Edwards and Brenetti. Pacific Ins. 14(3) : 589-605, 8 figs.

61. Steffan, W. A. 1973. Ecological studies of *Ctenosciara hawaiiensis* (Hardy) (Diptera : Sciaridae). Pacific Ins. 15(1) : 85-94, 6 figs.

62. Steffan , W. A. 1973. Notes on Hawaiian Sciaridae (Diptera) and descriptions of two new species. Pacific Ins. 15(3,4) : 353-361, 2 figs.

63. Steffan, W. A. 1974. Laboratory studies and ecological notes on Hawaiian Sciaridae (Diptera). Pacific Ins. 16(1) : 41-50, 1 tab.

64. Steinhaus, E. A. 1949. Princeples of insect pathology. 757 pp. McGraw-Hill, New York.

65. Steinhaus, E. A. 1959. *Serratia marcescens* Bizio as an insect pathogen. Hilgardia 28 : 351-380.

66. Stevenson, J. P. 1959. An infection of the desert locust, *Schistocerca gregaria* Forskal with a non-chromogenic strain of *Serratia marcescens* Bizio. J. Insect Pathol. I : 129-141.

67. Tenhet, J. N., G. O. Bare & D. P. Childs. 1957. Studies of DDVP for control of cigarette beetles in tobacco warehouses. U. S. D. A. AMS 214 : 1-16.

68. Thomas, C. A. 1931. Mushroom insects : Their biology and control. Bull. Pann. Agric. Exp. Stat. 270 : 1-43.

69. Thomas, C. A. 1939. The animals associated with edible fungi. J. New York ent. Soc. 47 : 11-37.

70. Thomas, C. A. 1942. Mushroom insects, their biology and control. Bull. Panns. Sta. Coll. 419 : 1-43.

71. Thomas, C. A. 1956. Animals attacking cultivated mushroom. Proc. Tenth Intern. Cong. Ent. 33 : 331-334.

72. Tuomikoski, R. 1957. Beobachtungen über einige Sciariden (Diptera) deren Larven in faulem Holz oder unter Rinde abgestorbener Bäume leben. Ann. Ent. Fenn. 23 : 3-35.

73. Wilkinson, J. D. & D. M. Daugherty. 1970. The biology and immature stages of *Bradysia impatiens* (Diptera : Sciaridae). Ann. ent. Soc. Amer. 63(3) : 656-660.

74. Wilkinson, J. D. & D. M. Daugherty. 1970. Comparative development of *Bradysia impatiens* (Diptera : Sciaridae) under constant and variable temperature. Ann. ent. Soc. Amer. 63 (4) : 1079-1083.

75. Williams, R. P. & J. H. Sessums. 1959. Catalase activity and pipmentation in *Serratia marcescens*. Texas Reports on Biology and Medicine 17(2) : 259-266.

76. Wisely, B. 1959. A conrtibution to the life histories of two fungus gnats *Scythropochroa nitida* Edw. and *Sciara annulata* Mg. (Diptera : Mycetophilidae, Sciaridae). Trans. Roy. Soc. New Zealand 86(1) : 59-64.

77. Witter, R. F. T. B. Gaines, J. G. Short, V. A. Sedlak & D. R. Maddock. 1961. Studies on the safety of DDVP for the disinsection of commercial aircraft. Bull. Wld. Hlth. Org. 24 : 635-642.

78. Wood, D. L. 1961. The occurrence of *Serratia marcescens* Bizio in laboratory populations of *Ips confusus* (Leconte) (Coleoptera : Scolytidae). J. Insect Pathol. 3(3) : 330-331.

79. Wyatt, I. J. 1975. Mixing insecticides in compost. Mushroom Jour. (26) : 44-48.

80. Wyatt, I. J. & B. Gurney. 1974. The efficiency of spawning machines for mixing insecticides into mushroom compost. Ann. appl. Biol. 78 : 125-138.

81. Yen, D. F. Y. 1962. Insect pathogens and microbial control of insects in Taiwan. Qutl. J. Taiwan Mus. 15 : 117-122.

BIOLOGY AND CONTROL MEASURES OF *BRADYSIA TRITICI* COQUILLETT (DIPTERA: SCIARIDAE) IN TAIWAN [1]

Kwei-shiu Lin, Chiu-hwa Ni and Davy T. W. Chai [2]

Summary

1. *Bradysia tritici* Coq. is a serious pest of mushrooms in Taiwan. Under severe situation, 3/4 of the crop may be destroyed.

2. The adult is phototropic and the female has a life span of 1-5 days (av. 3.14 days). The emergence from the puparium occurs mostly in the morning, and some after that. Mating also takes place in the morning. Each female may lay 55-195 eggs, in several batches.

3. The eggs last 4-7 days (av. 5.2 days) and the hatching rate about 95%.

4. There are 4 larval instars. Under average temperature of 19.6°C, the average periods of the instars are 2.9, 4.2, 4.5 and 7.4 days, respectively. The mature larva secrets a small quantity of silk and spins a very crude pupal cell.

5. The pupal period lasts 2-5 days (av. 3.5 days) under 23.4°C.

6. The developmental rate of the immature stages depends on temperature. Generally 14 generations may be completed in each year, and each generation takes about 28 days under 20°C.

7. In the wild, adults are active in cool, humid and shaded places, and larvae feeds on decaying plant materials. In the cultivation areas of mushroom, the larval development can be completed in the compost manure used for the cultivation but more often on various kinds of cultivated mushroom including *Agaricus brunnescens*, *A. bitorquis*, *Pleurotus cystidiosus*, and *Auricularia* spp.

8. Natural enemies of the adult include the fungi *Serratia marcescens* and *Entomophthora* sp. Those of the larva(and/or pupa)include the bacteria *S. marcescens*, 4 species of alysiid wasps, 3 species of cynipid wasps, I species of pteromalid wasp, a predacious cecidomyiid midge, and4 species of predacious mites. In addition, 2 histerid, 2 hydrophilid and several staphylinid species of beetles may occasionally prey on both adult and larva. The most important natural enemies are fungi and mites.

9. For the control of the adult, the use of DDVP 50% EC at 0.5 ml/M^3 as a fumigant is effective and simple ; the use of Sumithion 50% EC, Sevin 50% WP, MIPC 50% WP, Meobal 50% WP, Baythion 50% EC (each diluted to 1% solution) or Dursban 40.8% EC (diluted to 1.02% solution) as a residue film for contact poisoning is also effective and lasts 50 or more days. The malathion 50% EC and Diazinon 60% EC (each is diluted to 1% solution) are effective and lasts 36 or 25 days, respectively. The Dimethoate and some

---

1. Contribution No. (Q) 813 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Entomologist and Research assistants of the Department of Applied Zoology, TARI, respectively.

other chemicals are either less effective (or even ineffective) or do not last long.

10. For the control of the 4th instar larva, Malathion (0.025%.), DDVP (0.025 and 0.05%.) and Safrocide 4-40% (diluted to 0.4% solution) may kill more than 95% larva but are not recommented because of possible harm to mycelial growth and possible poison residue on mushrooms. Gardona, Dipteres, Monocron and Nankor showed little or no effects.

圖 1. A. 黃帶黑翅蕈蠅雌蟲左翅。B. 黃帶黑翅蕈蠅生活史圖：上爲雌雄成蟲，右中爲成堆卵粒，下爲第 4 齡幼蟲，左中爲蛹體，C. 在菇舍中黃帶黑翅蕈蠅成蟲被蟲生菌（*Entomophthora* sp.）寄生，成蟲雙翅展開，胸及腹部產生濃密白色菌絲。

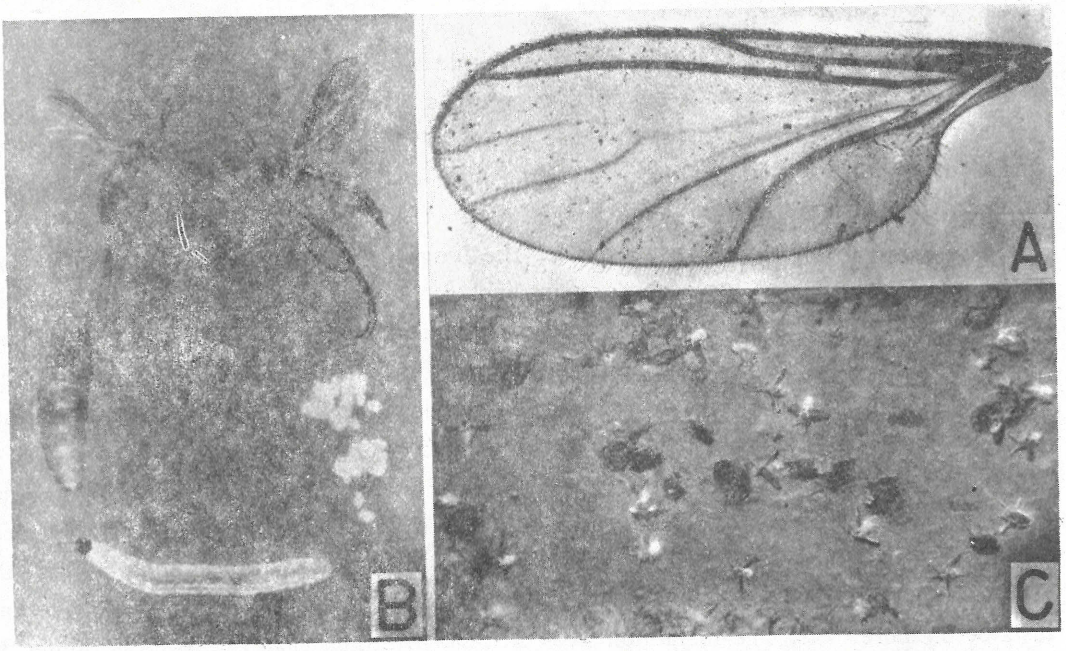


圖 2. 黃帶黑翅蕈蠅幼蟲之捕食天敵：圍眼瘦蠅（*Colpodia* sp.）A. 雄成蟲側面觀。B. 雄蟲觸角第 3 及 4 節。 C. 雄蟲生殖節背側面觀。 D. 雌成蟲側面觀。 E. 雌蟲觸角第 3 、 4 及 5 節。F. 卵粒。G. 老熟幼蟲。 H. 蛹腹面觀。

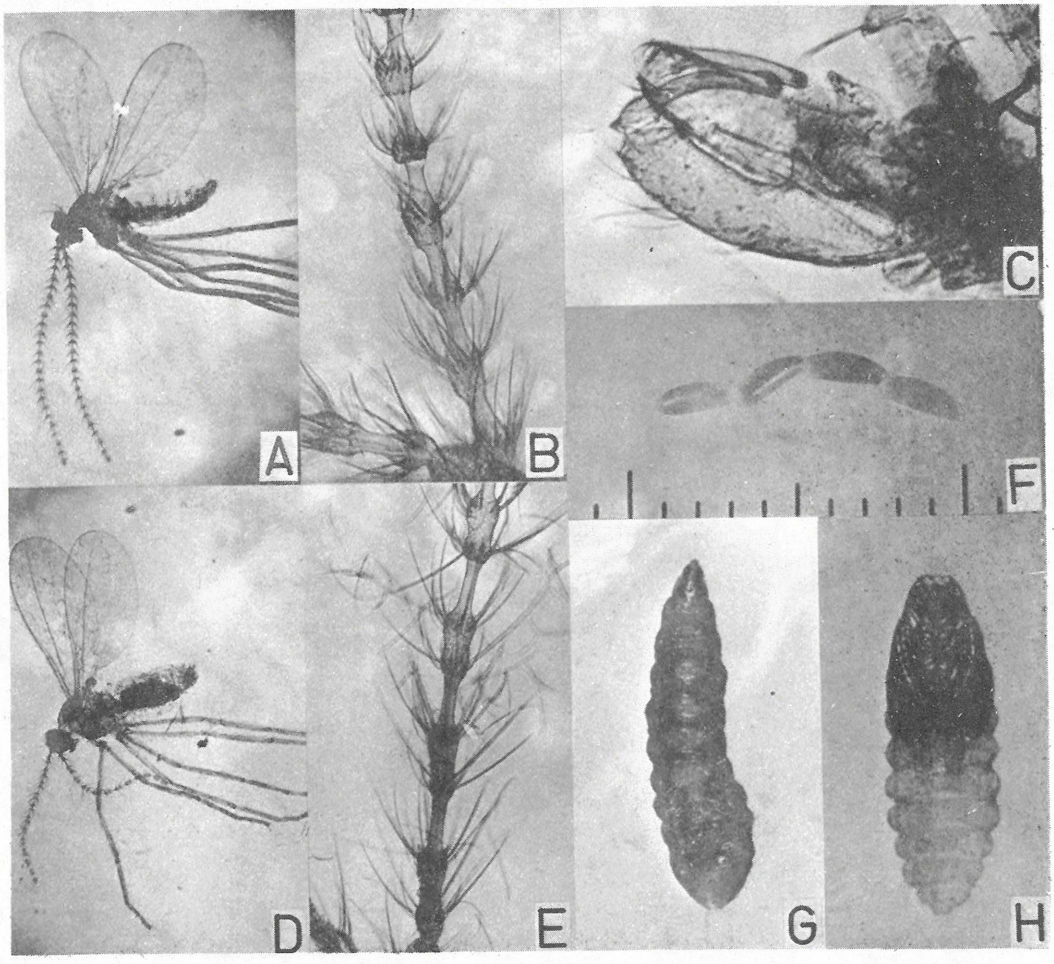


圖 3. 黃帶黑翅蕈蠅幼蟲之捕食蟎： A. 溝蟎背面觀。 B. 褐蟎腹面觀 。 C. 雌褐蟎之吻夾（Chelicera）側面觀。 D. 尖蟎腹面觀。 E. 彎脚蟎腹面觀。 F. 彎脚蟎擔精器（Sperm transfer organ).

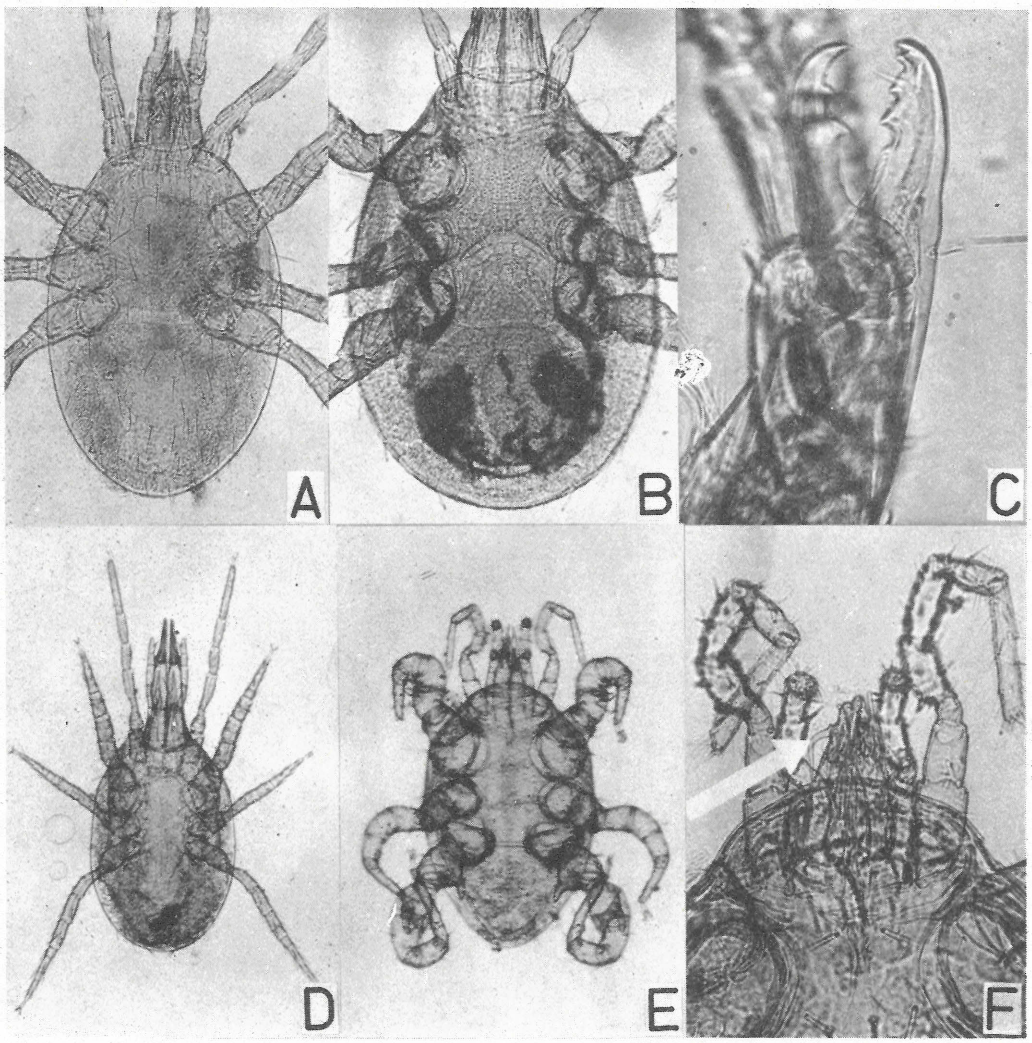


圖 4. 黃帶黑翅蕈蠅幼蟲之捕食性天敵： A. 閻魔蟲（Histeridae）之成蟲。B. 牙蟲（Hydrophilidae）之成蟲，C 及 D 隱翅蟲（Staphlinidae）之成蟲。

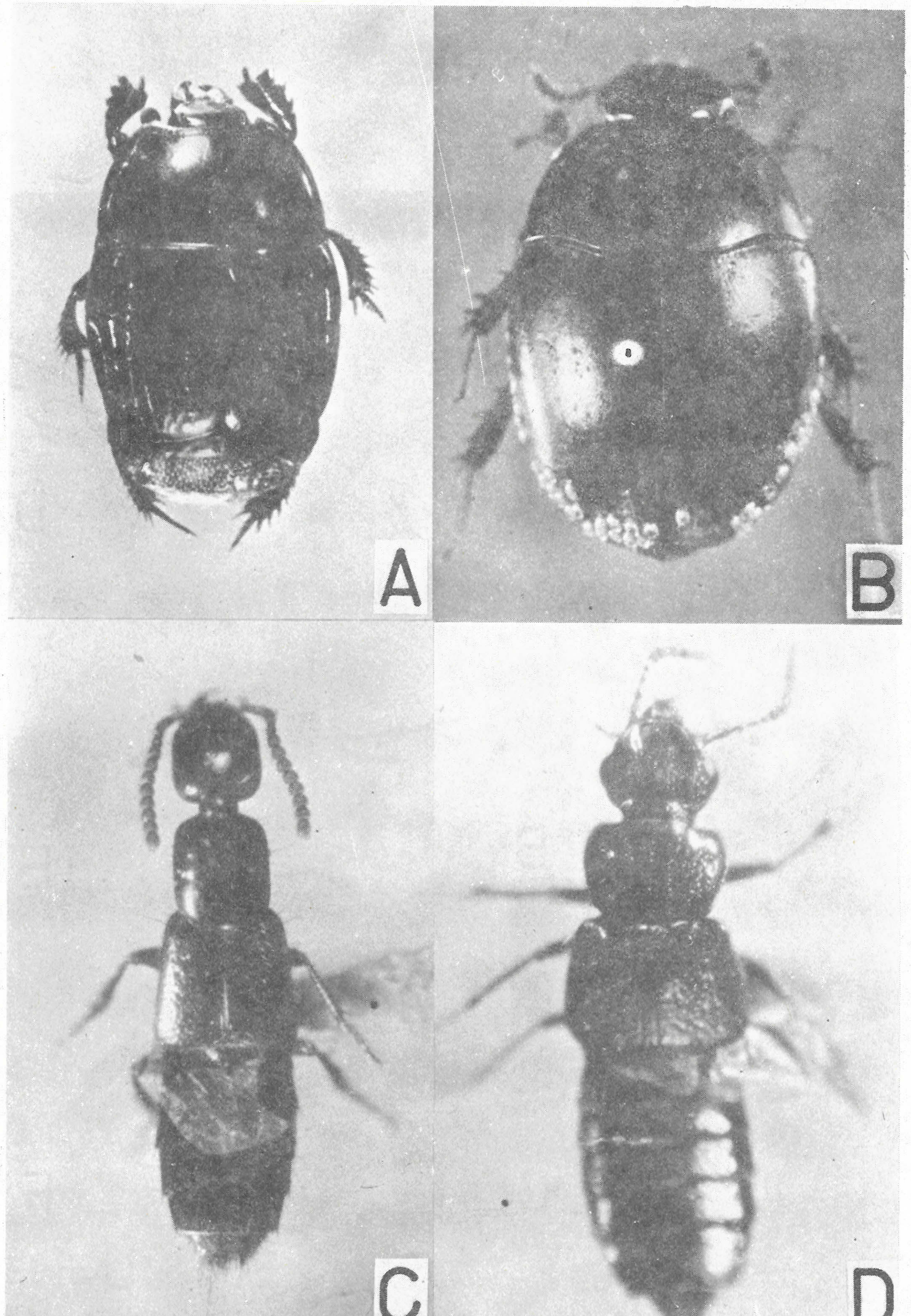
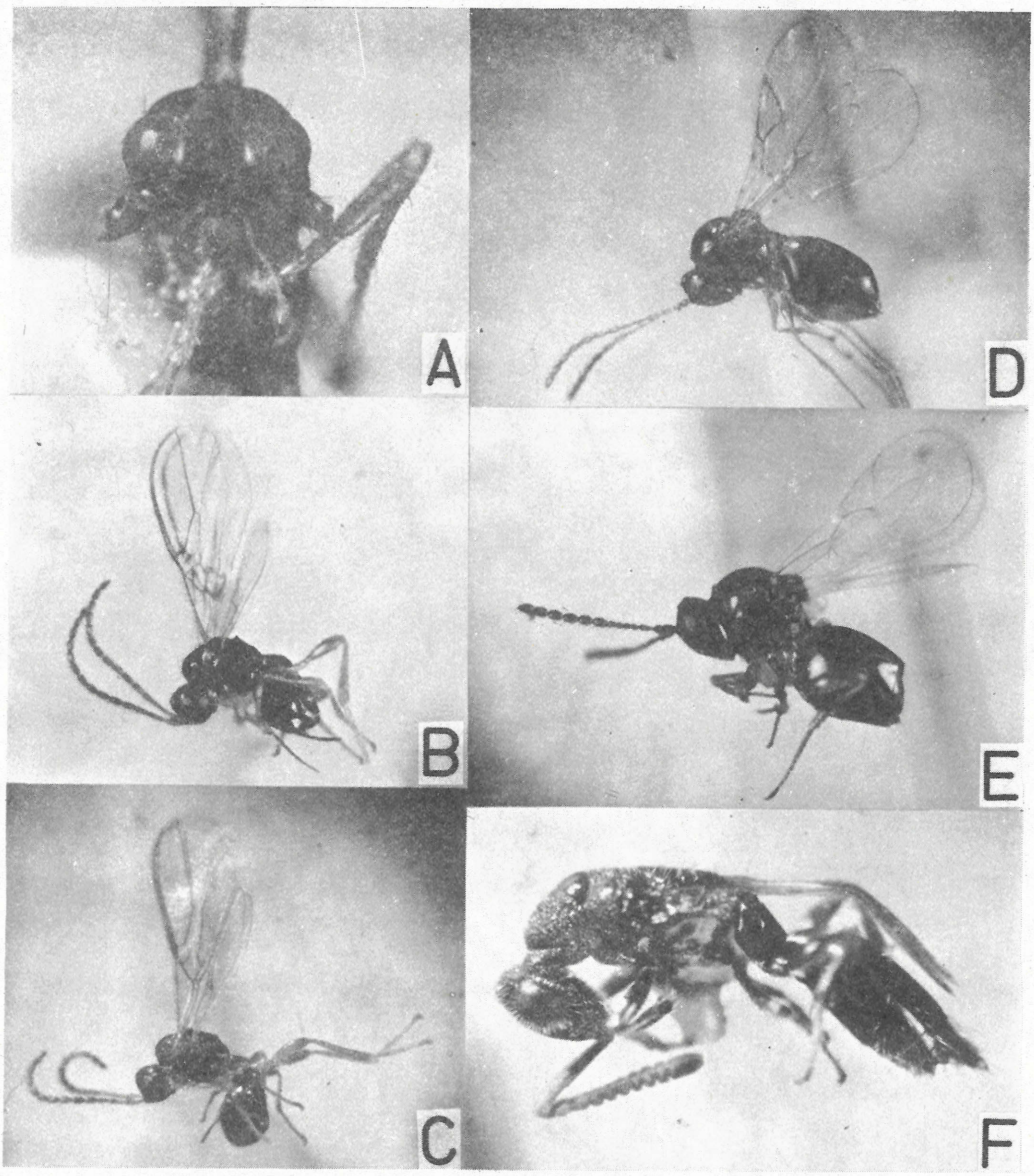


圖 5. 黃帶黑翅蕈蠅幼蟲或蛹體寄生蜂：開顎蜂 Alysiidae, A. *Alysia* sp. B. *Aspilota* sp. C. *Synalis* sp. 釉癭蜂Cynipidae, Eucoilinae, D. *Trybliographa* sp. *Pseudecoila* sp. 黑小蜂 Pteromalidae, F. *Spalangia nigra* Latreille.



柑桔鱗砧病在臺灣兩種主要甜橙品種之發生與爲害 [1]

黃秋雄　徐信次　陳蕙明 [2]

摘　要　採自本省十七處柳橙、九處晚崙夏橙及三處椪柑果園之接穗，經指示植物檢定結果，發現所有柳橙及晚崙夏橙果園均有鱗砧病潛伏或爲害。以酸桔爲砧木之甜橙樹雖然有鱗砧病存在，但外觀仍頗健全；以廣東檸檬爲砧木之甜橙樹，則部分已呈現典型鱗砧病病徵，並有矮化現象。三處椪柑園則未發現鱗砧病之存在。由此可知，鱗砧病確已普遍存在於本省兩種主要甜橙品種上。

前　言

柑桔鱗砧病（Citrus Exocortis Viroid, CEV）爲一種以自由核酸（Free RNA）所感染之病害[13,14]。由於本病最先在枳殼（*Poncirus trifoliata*）砧木樹皮上產生鱗片狀開裂及脫皮之病徵，因而取名爲"Exocortis"[9]，本省一般則稱爲鱗砧病。本病主要爲害以枳殼、枳橙或廣東檸檬爲砧木之柑桔植株。被感染之柑桔幼苗，初期生長仍然正常，以後漸漸呈現生長受阻、葉片稀疏、矮化及樹皮鱗片狀開裂等病徵。由於砧木靭皮組織受損，因而養分輸送及代謝受阻，致使柑桔變成無生產價値之柑桔樹。本病目前在世界柑桔生產國家分佈很廣，如美國[7]、巴西[12]、阿根廷[5]、日本[15]及地中海許多國家[10]均有發生。至於本省則於1972年首次證實其存在[8]。

就過去調查及檢定的結果[3]，鱗砧病似乎早已存在於本省柑桔園。由於常見之柑桔黃龍病（立枯病）爲害嚴重，因而忽視本病之存在與爲害。爲瞭解該病在本省果園之發生與分佈情形，筆者等[3,4]曾自二十四處柑桔園採集接穗加以檢定，結果發現其中七處果園有本病存在，且均爲甜橙品種。近二年來，筆者等進行柑桔品種品系改進及無病毒（Virus-free）苗木繁殖之研究，經選定爲優良母樹園之甜橙類亦發現皆有本病存在。鱗砧病是否普遍存在於本省兩種主要甜橙品種——柳橙及晚崙夏橙，實深値吾人探討與瞭解。本文就二年來採自各地區之柳橙及晚崙夏橙接穗，將檢定結果報告於后，藉供爾後預防及無病毒苗研究之參考。

材料與方法

供檢定接穗之採集　供檢定之柳橙接穗主要採自中南部地區。晚崙夏橙則採自臺東縣，包括鹿野、成功、關山、北源及太麻里等地。採集果園包括各種樹齡、外觀健全及有立枯病或有鱗砧病病徵之果樹，每園逢機採集 4～10 株樹之接穗；另三處目前複選合格之椪柑優良母樹園亦同時採穗檢定之。

指示植物（Indicator plant）之選用與培育　指示植物爲 Etrog citron Arizona 861 品種，將其枝條扦插成活，培育 1～2 年後，備供應用。

檢定方法　將欲檢定樹之接穗，每棵選取 6～8 穗，携回溫室，每二穗接於一棵指示植物上。所使用方法則以 side-grafting 或 bud grafting 再以塑膠帶紮緊嫁接處，經 3～4 週後解開膠帶，定期觀察指示植物之新生葉片是否有鱗砧病病徵出現。若經過三個月後，新生葉片仍然無病徵出現，則切除上部枝條，使另生新芽，繼續觀察至一年。爲防止工具之傳播，所使用之工具均以 2－5 % Sodium hypochlorite 溶液消毒。

本文承杜主任金池悉心指正，謹此致謝。

1. 試驗報告農試字第八〇一號。
2. 臺灣省農業試驗所技士、技術員。

試 驗 結 果

自十七處柳橙及九處晚崙夏橙果園所採接穗檢定結果，發現每處果園均有鱗砧病潛伏或為害，顯示鱗砧病不但普遍發生，且存在本省已有多年歷史。根據果園觀察，本病之為害與砧木品種關係甚大，目前本省柑桔主要砧木為酸桔和廣東檸檬。以酸桔為砧木之甜橙樹，外觀生長仍頗健全，未發現有鱗砧病病徵；若以廣東檸檬為砧木，則柑桔植株多生長受阻，葉片稀少，且有矮化現象，樹齡較大者在砧木上已呈現典型鱗砧病病徵。另接穗採自三處椪柑優良母樹園，則迄未發現本病之潛伏。檢定之結果，詳如下表：

表一、以指示植物檢定鱗砧病在各果園之存在情形

Table 1. Results of citrus orchards indexed for the existence of CEV by using Etrog citron seedlings as indicator plant.

檢定結果 Results of indexing	檢定果園 Locality of orchards	品種／砧木 Varieties/rootstock	樹齡 Ages of tree (year)	外觀 Appearance
有鱗砧病園 Orchards with CEV	新竹寶山	柳橙／酸桔	8	健全
	新竹關西	〃	15	〃
	苗栗公館	〃	12—15	〃
	南投埔里	〃	15	〃
	南投水里	〃	10	〃
	嘉義中埔	〃	8—10	〃
	嘉義梅山	〃	10	立枯病
	嘉義彎橋	〃	18	健全
	嘉義彎橋	柳橙／廣東檸檬	8	鱗砧病
	嘉義彎橋	〃	8	〃
	臺中天冷	柳橙／?	15	健全
	臺南白河	柳橙／酸桔	15	立枯病
	臺南青山	〃	8—10	健全
	臺南楠西	柳橙／廣東檸檬	10	鱗砧病
	臺南青山	〃	8—10	〃
	臺南佳里	柳橙／酸桔	8	生長不良
	屏東泰山	〃	10	立枯病
	臺東鹿野	晚崙夏／酸桔	15	健全
	臺東關山	〃	15	〃
	臺東東河	〃	12—15	〃
	臺東成功	〃	12—15	〃
	臺東關山	晚崙夏／廣東檸檬	6—8	鱗砧病
	臺東改良場	晚崙夏／美女桔	20	健全

	臺 東 太麻里	晩崙夏／?	15	健 全
	臺 東	晩崙夏／?	15	〃
	臺 東	晩崙夏／?	15	〃
未發現鱗砧病園 Orchards without CEV	苗 栗 卓 蘭	椪柑／酸桔	10—12	健 全
	臺 中 東 勢	〃	15	〃
	臺 中 東 勢	〃	15	〃

討　論

柑桔鱗砧病(Citrus Exocortis Viroid, CEV) 雖然已證實存在於本省柑桔園[3,8]，但有關本病之分佈與爲害情形之報告，尙付缺如。據 Ling[8] 之報告，可知本省部分葡萄柚、桶柑及檸檬果園已有該病存在；筆者等[3,4]採集二十四處果園接穗檢定結果，更進一步證實其中七處甜橙果園確患有本病，椪柑及桶柑果園則無，另發現一處椪柑與柳橙混植果園，有部分椪柑樹已潛伏本病。據推測受感染之椪柑樹，可能係由同園之甜橙植株經機械或嫁接傳播而得。本研究中對二十六處甜橙果園之檢定結果，顯示鱗砧病之普遍存在，係由繁殖材料，經嫁接或刀片、剪子及手指傳播至所有甜橙及部分椪柑、桶柑果園。

早年本病可能係由國外或中國大陸引進之苗木而來。根據林[2]記載，柳橙原產華南，傳入臺灣之確實日期未詳。然晩崙夏橙約於1909年首先自日本傳入本省，1924年復由美國加州輸入種苗，惟栽培面積不廣，至二次大戰末期幾近荒廢；1951～1956年間，又自美國加州引進一批苗木，而大量繁殖栽培[1]。

鱗砧病旣已自苗木而引進本省，且普遍存在於本省甜橙果園，則如何杜絕其蔓延及剷除病源，實爲本省柑桔栽培事業中亟待解決之問題。除威脅生產已久之柑桔黃龍病外，本病亦深具潛力而勢將構成嚴重之威脅。今後本省務必尋求健全無病毒苗木，並選取優良抗病性砧木品種，以減少其爲害。爲防止其傳播，使用工具可浸１～５％之漂白水或２％福馬林加２％氫氧化鈉溶液消毒之[6,11]。

參 考 文 獻

1. 林樸、林若琇 1958 臺灣晩崙夏甜橙果實之性狀與品質 科學農業6 (1,2) : 29—40。
2. 林樸 1966 農業要覽第八輯園藝作物第一篇果樹第二章柑桔Ｐ.101—104。臺灣省政府農林廳編印。
3. 黃秋雄 1975 臺灣柑桔鱗砧病分佈之調查。中華農業研究24 (1.2) : 44—49。
4. 黃秋雄、陳慧明 1975 臺灣柑桔毒素病之調查 植物保護學會會刊 17 (４) : １～２。 (六十四年年會論文摘要)
5. Fernandez Valiela, M. V. 1961. Citrus virus diseases in Argentina. In W. C. Price (ed.) Proc. 2nd Conf. Intern. Organ. Citrus Virol. p. 231-237. Univ. Fla. Press, Gainesville.
6. Garnsey, S. M. and R. Whidden. 1971. Decontamination treatments to reduce the spread of citrus exocortis virus (CEV) by contaminated tools. Proc. Fla. State Hortic. Sci. 84 : 63-67.
7. Klotz, L. J. 1973. Color handbook of citrus diseases. pp. 122. Univ. Calif. Div. Agr. Sci. Berkeley.
8. Ling, P. 1972. A report on exocortis virus in Taiwan. In W. C. Price (ed.) Proc. 5th Conf. Intern. Organ. Citrus Virol. p. 102-104. Univ. Fla. Press, Gainesville.
9 Olson, E. O. 1968. Review of recent research on exocortis disease. In J. F. L. Childs (ed.) Proc.

4th Conf. Intern. Organ. Citrus Virol. p. 92-96. Univ. Fla. Press, Gainesville.
10. Reichert, I. 1959. A survey of citrus virus diseases in the Mediterranean area. In J. M. Wallace (ed.) Proc. Conf. on Citrus Virus Diseases. p. 23-28. Univ. Calif. Div. Agr. Sci. Berkeley.
11. Roistacher, C. N., E. C. Calavan and R. L. Blue. 1969. Citrus exocortis virus—chemical inactivation on tools, tolerance to heat and separation of isolates. Plant Disease Reporter 53 : 333-336.
12. Rossetti, V. and A. A. Salibe. 1961. Occurrence of citrus virus diseases in the State of Sao Paulo. In W. C. Price (ed.) Proc. 2nd Conf. Intern. Organ. Citrus Virol. p. 238-241. Univ. Fla. Press, Gainesville.
13. Semancik, J. S., L. G. Weathers. 1968. Exocortis virus of citrus : Association of infectivity with nucleic acid preparation. Virology 36 : 326-328.
14. Semancik, J. S. and L. G. Weathers. 1968. Characterization of infectious nucleic acid associated with infection by exocortis virus of citrus. Phytopathology 58 : 1067 (Abstract) .
15. Tanaka, H. 1971. Present status of investigation on citrus virus diseases in Japan. Rev. Plant Protec. Res. 4 : 81-85 (Japan) .

CITRUS EXOCORTIS IN LIUCHENG AND VALENCIA ORANGE IN TAIWAN

by

C. S. Huang, H. T. Hsu and H. M. Chen

Summary

The purpose of this investigation is to prove the occurrence of citrus exocortis viroid (CEV) disease in Liucheng and Valencia orange in Taiwan. Citrus seedlings of Arizona 861 selection of "Etrog" citron were used as indicator plant in the experiment. Budwoods from 29 orchards, including 17 Liucheng, 9 Valencia and 3 Ponkan, were collected for indexing the existence of the disease.

Results indicated that exocortis existed in all sweet orange but not in Ponkan orchards. Field observation found that the disease showed typical symptoms on 7-8 year old infected trees grafted on Rangpur lime rootstock and caused great losses and severe stunting. Contrary, citrus trees on Sunki rootstock are symptomless carrier and grow vigorously. The incidence of the exocortis and the widespread use of Rangpur lime rootstock suggested that the original trees of both Liucheng and Valencia orange be infected with exocortis. The disease may become important and threaten the citrus industry in Taiwan.

Vol. 26, No. 3 September, 1977

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Responses of Growth Rate and Major Agronomic Characters of Rice Varieties to Day-length and Temperature······Te-mei Chang······169

Variability in Protein Content of Wheat······J. S. Hsieh and T. Y. Wu······178

Studies on and Selection of Cool-weather Tolerant Soybean Entries I Its Characters and Indicative Traits for Selection······Kuo-lein Chan and Wen-long Tsaur······185

A Study on Nutrient Uptake and Fertilizer Response of Vegetables II Response of Chinese Leek to Different Source of Nitrogen Fertilizer ······ Shen Lian and Chi-tong Wu······195

Liming Effects on the Yield and Composition of Perennial Ryegrass Treated with Sewage Sludge Contaminated with Heavy Metals ······ C. F. Lin and J. Bolton······204

Studies on Fusarial Wilt and Root Disease Complexes of Asparagus in Taiwan ······ C. C. Tu and K. F. Chang······216

Biology and Control Measures of Bradysia tritici Coquillett (Diptera Sciaridae) in Taiwan······Kwei-shui Lin, Chiu-hwa Nee and T. W. Chai ······224

Citrus Exocortis in Liucheng and Valencia Orange in Taiwan······ C. S. Huang, H. T. Hsu and H. M. Chen······248

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taiwan, Taipei, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版台誌字一四八七號
中華郵政台字第二〇七六號登記為第一類新聞紙類

發行人 萬雄 臺北市羅斯福路四段一一三巷五〇號
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣大里鄉草湖